



Colloque sur l'hydrogéologie karstique du Massif du Vercors - Grenoble 16 novembre 1968.

Jean Sarrot Reynault

► To cite this version:

Jean Sarrot Reynault. Colloque sur l'hydrogéologie karstique du Massif du Vercors - Grenoble 16 novembre 1968.. 1968. insu-00723835

HAL Id: insu-00723835

<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00723835>

Submitted on 14 Aug 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRES

N° 8

COLLOQUE SUR
L'HYDROGEOLOGIE KARSTIQUE DU
MASSIF DU VERCORS

GRENOBLE

16 NOVEMBRE 1968

TOME I

AVANT - PROPOS

En raison de l'intérêt soulevé par le premier Colloque sur l'Hydrogéologie karstique du massif du Vercors, organisé par le Service d'Hydrogéologie du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, nous aurions souhaité pouvoir adresser aux 180 participants, dans les plus brefs délais, le texte des 23 communications qui furent présentées le 16 novembre 1968 lors des deux séances placées sous la présidence de Monsieur le Doyen L. MORET, membre de l'Institut, de Monsieur J.-L. LACROIX, Directeur de l'Agence de Bassin Rhône Méditerranée Corse et de Monsieur FIORAVANTE, Ingénieur en chef du Service Régional d'Aménagement des Eaux à Valence.

Des difficultés d'ordre pratique et surtout financières nous ont contraint à reporter de mois en mois l'impression des comptes rendus.

Grâce à l'aide du Conseil Général du Département de l'Isère et du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, que nous tenons à remercier ici, ceux-ci seront publiés en deux volumes regroupant les communications classées par ordre alphabétique des noms d'auteur et nous sommes heureux de présenter aujourd'hui le tome I, en espérant pouvoir présenter le tome II d'ici la fin de l'année 1970. Les moyens techniques dont nous disposons ne nous permettent pas d'obtenir la perfection que nous aurions souhaitée et nous sollicitons l'indulgence du lecteur pour les erreurs qu'il pourra relever.

Il nous semble que chacun des travaux qui ont été présentés au Colloque apporte des résultats nouveaux qui permettent de faire avancer les connaissances sur l'hydrogéologie karstique de cet immense massif qu'est le Vercors, mais compte tenu des grandes difficultés d'exploration et d'observation, il paraît nécessaire qu'un délai assez long s'écoule avant qu'un ensemble aussi riche de faits nouveaux puisse être à nouveau présenté. Il paraît donc, dès maintenant raisonnable de proposer que le deuxième Colloque sur l'Hydrogéologie karstique du massif du Vercors ait lieu au mois de novembre 1972.

Il sera peut-être alors souhaitable d'étendre le thème du Colloque au massif de la Chartreuse où les travaux des spéléologues font progresser de manière prodigieuse les connaissances et dont l'évolution au cours des temps géologiques mérite d'être comparée à celle du massif du Vercors.

Nous remercions enfin tous ceux qui, par leur collaboration, leur concours ou leur présence, ont permis le succès de ce premier Colloque, en souhaitant les retrouver plus nombreux encore en 1972 à Grenoble ou plutôt dans le cadre même du Massif et plus spécialement du Parc Régional du Vercors.

Grenoble le 10 avril 1970

J. SARROT-REYNAULD

Professeur de Géologie

à l'Université de Grenoble

Responsable du Service d'Hydrogéologie.

LISTE DES PARTICIPANTS

AIRAULT - C.N.R.S. - Laboratoire Nîmes - 38.

ANDRE H. - Ingénieur E.D.F. - D.T.G., 37 rue Diderot - Grenoble 38.

ANTOINE Pierre - Maître-Assistant, géologie - Institut Dolomieu - Grenoble 38.

APRAHAMIAN Jean - Assistant géologie - Institut Dolomieu - Grenoble 38.

ARNAUD Claude - B.R.G.M., 74 rue de la Fédération - Paris 15e.

ARNAUD Hubert - Assistant géologie - Institut Dolomieu - Grenoble 38.

AUDETAT Maurice - Président Société Suisse de Spéléologie - 163 avenue de Morges - Lausanne - Suisse.

AUDINET - 2 rue Davoisier - E.D.F. - D.T.G. - 37 rue Diderot.

BADEL Marc (Dr) - Laboratoire Départemental de la Drôme - Valence 26.

BARBIER J.L. - Spéléo Club du Vercors - La Chapelle-en-Vercors. - 38.

BARBIER Pierre - SOGREAH - B.P. 145 - Grenoble. - 38.

BARBIER R. - Professeur, Faculté des Sciences de Grenoble - Institut Dolomieu - Grenoble 38.

BARFETY J.C. - B.R.G.M. - Grenoble. - 38.

BARTALA René - D.D.A. - 3 rue Gustave Flaubert - Grenoble 38.

BAZIN François - SOGREAH - B.P. 145 - Grenoble. - 38.

BELLIER Edmond - Spéléo Club du Vercors - La Chapelle-en-Vercors (Isère).

BELLION - Laboratoire de géologie dynamique - Nice.

BENNES Robert - G.G.E., 17 avenue Jean Jaurès - Seyssinet - 38.

BEVAUD - Burgeap. - Paris.

BILLARD Robert - S.G.A.J. - Grenoble, 16 rue Maurice Doderot. - 38.

BILLON - 12 place Jules Ferry - Lyon 6e. - 69.

BOCQUET Jacqueline - C.N.R.S. - Institut Dolomieu - Grenoble. - 38.

BOMBARD J.P. - Stagiaire D.D.A., 3 rue Gustave Flaubert - Grenoble. - 38.

BONNEFON M. - Agence d'Urbanisme de l'agglomération grenobloise - Hôtel de Ville de Grenoble. - 38.

BRIONES - 6 rue R. Bank - E.D.F. - G.R.P.H. - Grenoble - 38.

BRISSAUD Marc - 1 Boulevard Clémenceau - Grenoble 38.

BROCHIER Jacques - Groupe spéléo Valentinois, 7 rue Nugues - Romans - 26.

BROQUET Charles - Ponts et Chaussées - Villard-de-Lans.

BURGER André - Centre d'Hydrogéologie Université de Neuchâtel - 11 rue E. Argand Neuchâtel - Suisse.

BUSSE J.E. - Agence Rhône-Méditerranée-Corse - 31 rue Jules Guesde - Pierre Bénite - 69.

CADOUX - 79 Grande Rue - La Tronche. - 38.

CAMOIN F. - 16 cours de la Libération - Grenoble 38.

CAMPORATA Paul - Géologue - Ponts et Chaussées - Grenoble 38.

CANNILLO Gilbert - AC Seyssinet - 4 rue des Castors - Seyssinet 38.

CARIDROIT Yves - Géologue - Ponts et Chaussées - 43 rue Philippe Goy - Bron 69.

CASTANY Gilbert - B.R.G.M., 74 rue de la Fédération - Paris 15e.

CHARBONNEL - 82 Boulevard des Etats-Unis - Lyon 8e. - 69.

CHARBONNIER - Burgeap, 21 rue Ernest Fabrègue - Lyon 9e.
CHAZALET M. - Clan des Tritons, 2 place Saint-Nizier - Lyon 2e.
CHEYLAN Gilbert - CNABRL, 685 route d'Arles - Nîmes - 30.
CHIROSSEL J.X. - F.F.S., Chemin des Emetteurs - Montélimar - 26
CHOPPY Jacques, 110 Boulevard Emile Zola - Laxou - 54.
CHOUTEAU F. (Mme) - Laboratoire analyse des eaux de la Faculté de Médecine de Grenoble. - 38.
CLEMENT Gérard, C.G.G., 39 promenade du Grand Large - Marseille 8e - 13.
COEUR-BIZOT - SOGREAH. - Grenoble - 38.
COLLIN J.J. - B.R.G.M., 20 route de Strasbourg - Lyon 4e. - 69.
COLLIGNON Maurice (Général) - Chemin Monair - Moirans - Isère. - 38.
COPPENOLLE J.C. - Cité Universitaire - 45 quai G. Kurth - Liège - Belgique.
CORBEL - Laboratoire C.N.R.S. Lyon - 69.
CORDIER Georges - Ingénieur Service des Eaux - Ville de Grenoble.

DABRILLAT, THIRIET, GLAUDAT - Spéléo Club de La Tronche.
DAGNAUX - C.P.G.F. - Grenoble. - 38.
DEBELMAS J. - Professeur géologie - Faculté des Sciences - Institut Dolomieu - Grenoble - 38.
DELLERY Bernard - B.R.G.M. - 16 Boulevard Pébre - Marseille 8e. - 13.
DEPREZ - Spéléo Club - Valence.
DESMOULINS M. - H.B.D. - Le Villaret par la Mure (Isère).
DOUCET Jacques - Groupe Spéléo des Amis de la Nature - 1 Boulevard Joseph Vallier - Grenoble. - 38.
DROGUE Claude - Service Hydrogéologie - Faculté des Sciences - Place Bataillon - Montpellier - 34.
DUBEDOUT H. - Ingénieur en chef C.E.N.G. - Maire de Grenoble. - 38.
DUBUS Jean - D.D.A. - 3 rue Gustave Flaubert - Grenoble. - 38.
DUPOUX - Pont-en-Royans (Isère).
DURAFFOUR Christian - D.D.A. - 3 rue Gustave Flaubert - Grenoble. - 38.
DUROZOY Guy - B.R.G.M. - 16 Boulevard Pébre - Marseille 8e. - 13.

EROME Marcel - 601 avenue du 8 Mai - Caluire Montessuy - 69.
ESCOFFIER M. - Ponts et Chaussées - Service du Rhône - Avignon.
EYMAS Louis - S.G.C.A.F. - 17 rue Ampère - Grenoble. - 38.

FAHY J.C. - SOGREAH - B.P. 145 - Grenoble. - 38.
FAURE C. (Mlle) - Institut de Botanique - Grenoble. - 38.
FEUVRIER J.P. - Ingénieur Eaux et Forêts - Parc du Vercors. Foyer du Progrès Agricole - Die 26.
FIORAVANTE J. - Ingénieur en chef - Service Aménagement des eaux - 40 avenue Président Herriot - Valence 26.
FLANDRIN J. - Professeur géologie - Faculté des Sciences - 86 rue Pasteur - Lyon. - 69.
FOURNEAUX J.C. - Assistant - Faculté des Sciences-Hydrogéologie - Institut Dolomieu - Grenoble 38.
FRACHET - Section Spéléo M.J.C. - Saint-Marcellin. - 38.

GARDET Emile - Etudes et Projets - Avenue de Grugliasco - Echirolles - 38.
GARNIER Jean-Jacques - G.S.V. - 65 chemin de Ronde - Valence - 26.
GERARD J. - B.R.G.M. - 16 Boulevard Pébre - Marseille 8e. - 13.
GINET René - Professeur Faculté des Sciences Lyon - 16 quai Claude Bernard - Lyon 7e. - 69.
GLENAT - Professeur de Chimie de la Faculté des Sciences - Domaine Universitaire - Saint-Martin-d'Hères - 38.
GROSJEAN - 29 rue J.J. Rousseau - Saint-Martin-d'Hères - 38.
GUILLLOT Pierre - Ingénieur E.D.F. - D.T.C. - Rue Diderot - Grenoble. - 38.
GUIRAUD R. - Laboratoire de Géologie Dynamique - Nice.

HAUDOUR Jean - H.B.D. le Villaret de Susville par La Mure - 38.
HUBER Robert - SOGREAH - B.P. 145 - Grenoble. - 38.

JOCTEUR - Direction Départementale de l'Agriculture - Valence.

JOUGAN Marcel - A.S.V. - Corrençon - 38.

JOUHET Pierre - SOGREAH - B.P. 145 - Grenoble. - 38.

JUBERTHIE C. - Laboratoire Souterrain C.N.R.S. - Moulis (Ariège) 09.

KARIBIAN Paul - Spéléo Amis de la Nature - 12 rue de la Poste. Grenoble. - 38.

KISSLING Daniel - Musée d'Histoire Naturelle de Genève. Matignon Villereuse 1211 Genève 6.

LABADENS - D.D.A. - Valence. - 26.

LACOSTE - E.D.F. - G.R.P.H. - 37 rue Diderot. Grenoble. - 38.

LACROIX Bernadette (Mme) - Laboratoire d'Hydrogéologie - Institut Dolomieu - Grenoble. - 38.

LACROIX J.L. - Directeur Agence Rhône-Méditerranée-Corse - 31 rue Jules Guesde - Pierre Bénite - 69.

LAFARIE Paul - C.G.E. - 9 rue Cujas - Valence - 26.

LAFOSSE J. - Service Aménagement des Eaux - 40 avenue Président Edouard Herriot - Valence. - 26.

LANTERNO Edouard - Musée d'Histoire Naturelle de Genève - Matignon Villereuse 1211 - Genève 6.

LARMINAT R.P. (de) - SOGREAH - B.P. 145 - Grenoble. - 38.

LAURENT Roger - Technicien C.N.R.S. - Caln des Tritons - 4 rue Bancel - Lyon 7e.

LAVIGNE Jean - C.A.F. - La Cordée - Saint-Martin-le-Vinoux - 38.

LECATRE (M. et Mlle) - Saint-Marcellin. - 38.

LEGENDRE - 3 rue Fraternité - Romans.

LEMAIRE - Montchaboud. - 38.

LEMOINE - C.P.G.F. - Dijon.

LEROY - POUTEIL - KRITER - S.C.C.A.F. - Grenoble - 38.

LETEROUIN Serge - 8 rue du Docteur Eynard - Bourg-de-Péage - 26

LETOURNEUR Jean - Professeur Ecole des Mines - Saint-Etienne. - 42.

LETRONE Michel - F.F.S. - 31 rue Nungesser et Coli - Bron 69.

LIENHARDT G. - G.R.G.M. - 20 route de Strasbourg - Lyon 4e - 69.

LINGOT Bernard - Groupe Spéléo de l'INSA - Résidence D 625 - Villeurbanne - 69.

LUGIEZ J.P. - M.J.C. - La Tronche - 2 rue Pierre Sémar - Saint-Martin-le-Vinoux - 38.

LUNSKI Simon - C.P.G.F. - 137 faubourg Maché - Chambéry - 73.

MAGNIN (Dr) - Faculté de Médecine de Grenoble - La Tronche - 38.

MAGNIN Claude - Société suisse de Spéléologie - Montelly - 58. Lausanne - Suisse.

MANGIN A. - C.N.R.S. - Hydrogéologie - Laboratoire souterrain de Moulis - Ariège.

MANTOVANI Gilbert - Spéléo Club Valentinois - Grotte de Coufin - Choranche - 26.

MARBACH G. - Spéléo Club de la Seine - 17 rue Voltaire - Levallois Perret - 92.

MARCHAND Albert - Ingénieur - 22 Boulevard Edouard Rey - Grenoble - 38.

MARINOS - Compagnie C.N.A.B.R.L. - Nîmes. - 30.

MEE Pierre - Chambre d'Agriculture de la Drôme - Boulevard Vauban - Valence. - 26.

MICHEL Gérard - 2 Digue du Drac - Seyssinet. - 38.

MICHEL Max - Hydrogéologie - 2 chemin Meney - Grenoble - 38.

MICHEL Robert - Professeur géologie - Faculté des Sciences - Institut Dolomieu - Grenoble. - 38.

MONIN J.C. - 94 place Saint-Bruno - Grenoble. - 38.

MONITION Lucien - B.R.G.M. - Orléans - La Sance - 45.

MONJUVENT G. - C.N.R.S. - Institut Dolomieu - Grenoble. - 38.

MORET Léon - Doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble - Institut Dolomieu - Grenoble - 38.

MULLER Claude - A.I.G.L.E.S. - Dauphiné Libéré - Grenoble. - 38.

NICOD Jean - Professeur Laboratoire de Géographie - Aix - 10 Boulevard Debord - Marseille 12e.

OYHANÇABAL Albert - Immeuble "Le Vercors" - Avenue Jules David - Saint-Marcellin - 38.

PACHOUD Albert - B.R.G.M. - 16 rue Boileau - La Tronche - 38.
PALOC Henri - B.R.G.M. - Montpellier.
PARDE Maurice - Professeur Faculté des Sciences - Grenoble - 6 Boulevard Maréchal Foch - Grenoble - 38.
PAUTRE André - Géoconseil - 2 rue Mérimée - Paris 16e.
PERRIAUX Jacques - Professeur Faculté des Sciences Géologie - Institut Dolomieu - Grenoble - 38.
PETZL F. - Saint-Ismier. - 38.
PODVIN - D.D.A. 3 rue Gustave Flaubert - Grenoble - 38.
POLVECHE Jean - Professeur Faculté des Sciences de Nice - 17 avenue Sévigné - Nice 06.
PORTHAULT Bernard - Géologie Faculté des Sciences - 86 rue Pasteur - Lyon. - 69.
POTIE Louis - M. MONTEAU - Société des Eaux de Marseille. - 13.
POULAIN - B.R.G.M. - Grenoble. - 38.
PULINA - Institut de Géographie W. Universititsi 1 - Wreclaw - Pologne.

RAGACHE - Section Spéléo M.J.C. - Saint-Marcellin. - 38.
RAMBEAUD P. - Commissaire à la rénovation rurale en montagne - 3 rue Gustave Flaubert - Grenoble - 38.
RENAULT Philippe - Laboratoire souterrain du C.N.R.S. - Moulis - Ariège.
ROSIER Alain - 14 quai J. Moulin - Lyon 2e.
ROUCH Raymond - Laboratoire souterrain du C.N.R.S. - Moulis - Ariège.
ROUSSIN Daniel - 9 chemin Montriguand - Grenoble - 38.
RUBY Pierre - Ingénieur - route de Marignane - Les Milles - 13.
RZAD M.B. - Spéléo Club Université Catholique Louvain - 26 avenue Albert Bruxelles.

SAGNES M. - Ingénieur T.P.E. - 6e circonscription Electrique - 9 quai Créqui - Grenoble - 38.
SAMBUCY (de) - C.T.R. - Ponts et Chaussées - Bron - 69.
SARROT Jean - Service Hydrogéologie - Faculté des Sciences - Institut Dolomieu - Grenoble - 38.
SAUTY - SOGREAH. - Grenoble - 38.
SERRANO A. - Spéléo - Valence.
SERRA-TOSIO Bernard - Maître-Assistant Zoologie - Faculté des Sciences - Saint-Martin-d'Hères - 38.
SIMIAND Patrice - A.C. Seyssinet - 4 rue des Castors - Seyssinet - 38.
SZENDROI Alain - C.O.B. - 19 rue Alphonse de Nerville - Paris 17e.

TARDIEU - Les Hauts du Vercors - 35 rue Thiers - Grenoble.
TESTE Robert - Etudes et Projets - avenue de Grugliasco - Echirolles - 38.
THERON Robert - E.D.F. - 3 rue de Messine - Paris 8e.
THEVENIN - Liège - Dubourguier.
THIEULOY J.P. - Maître-Assistant - Faculté des Sciences - Institut Dolomieu - Grenoble - 38.
TRIPET J.P. - Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchatel - Suisse.

VASSAS - Direction Départementale de l'Agriculture - Valence. - 26.
VERCASSON Christian - Groupe Spéléo Eclaireurs de France - 10 avenue F. Viallet - Grenoble. - 38.
VERONE Claude - A.C. Seyssinet - 4 rue des Castors - Seyssinet - 38.
VILLATTE Henri - SOGREAH. - Grenoble - 38.
VOLUMARD Pierre - Ingénieur en chef E.D.F. - Député de l'Isère. -

ALLOCUTION DE MONSIEUR LE DOYEN LEON MORET

MEMBRE DE L'INSTITUT

MM. Chers confrères, Géologues et Spéléologues,

Laissez-moi, tout d'abord, vous dire combien je suis heureux de constater que vous avez été nombreux, tant géologues que spéléologues, à répondre à l'appel de l'organisateur de ce Colloque consacré à l'Hydrogéologie karstique du Vercors, notre collègue M. J. SARROT-REYNAULD et je vous en remercie. Cela montre qu'une telle rencontre était attendue de tous et qu'elle ne sera pas inutile. D'ailleurs, la présence parmi nous de M. LACROIX, directeur de l'Agence Rhône-Méditerranée-Corse et de M. FIORAVANTE, ingénieur en chef du Génie Rural et de l'Aménagement des Eaux, doit être également considérée par tous comme un précieux encouragement pour l'avenir.

Mais, en ouvrant cette première séance, il m'est impossible de ne pas exprimer un sincère regret, celui de constater ici une grande place vide, celle que j'ai l'impression d'avoir usurpée et qu'aurait dû occuper mon cher et très regretté ami André BOURGIN, le véritable fondateur de la Spéléologie dauphinoise et dont il est de mon devoir de rappeler aujourd'hui le souvenir et l'œuvre.

A. BOURGIN était ingénieur général des Ponts et Chaussées. A sa sortie de Polytechnique, puis à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, il fut nommé dans la région alpine où se déroulera toute sa carrière, d'abord à Gap, puis enfin à Grenoble dès 1933, dans le Service des Grandes Forces Hydrauliques, qu'il dirigera à partir de 1947. C'est là que va s'établir sa réputation de spécialiste des aménagements hydroélectriques. Sa compétence et son dévouement, vite reconnus, le font en effet appeler à la création de l'Ecole des Ingénieurs hydrauliciens de l'Institut Polytechnique de Grenoble où son enseignement sur la technique et le calcul des divers ouvrages d'une construction de barrage fait autorité. Hélas ! il n'a pu achever son œuvre car un brutal accident de ski, survenu en mars dernier, l'a enlevé à notre affection. Nous n'oublierons jamais cet homme de haute culture et dont les qualités humaines étaient vraiment exceptionnelles.

Vous savez que l'amour de son métier se doublait de celui de la nature et surtout de la montagne et que, s'il était devenu un grand alpiniste, il ne tarda pas à se prendre de passion pour ce qui se passait dans la profondeur de nos massifs calcaires et l'on peut bien dire qu'il fut spécialement séduit par le Vercors et que la connaissance de ce monde profond lui doit beaucoup car, l'exploration méthodique de ce vaste domaine, il la fit surtout d'un point de vue scientifique.

Il faut dire aussi que ce massif se prêtait merveilleusement à de telles recherches. Immense carapace calcaire de près de mille kilomètres carrés et où domine l'Urgonien, que vous avez tous pratiqué, et que de hautes falaises de cette belle roche limitent sur tout son pourtour, le Vercors, moins plissé que son voisin la Chartreuse, se présente surtout en un style de grandes cuvettes ou plateaux synclinaux en partie délimités par de profondes gorges d'érosion mécanique (Bourne, Vernaison) et dont la surface est à nu, sèche et sculptée en lapiaz ou plantée de forêts (Forêt de Lente et Forêt Domaniale). Disons dès maintenant que le Vercors est un magnifique karst.

Or, la structure géologique du Vercors est bien connue et l'on peut même dire que c'est au grand géologue Charles LORY que nous en devons la première et déjà très correcte description, cela dès 1854. Par la suite, des retouches y ont été effectuées dans la bordure nord orientale du massif, surtout par J. BRETON (1915), P. CORBIN et W. KILIAN (1921), en ce qui concerne le pli urgonien chevauchant vers l'Ouest du Moucherotte, accompagné de son substratum de falaises jurassiques, naguère interprétées comme faillées et poussées en sens inverse.

De plus, l'inventaire des failles, dont la plupart étaient déjà connues de Ch. LORY, s'est beaucoup amélioré et

l'on peut maintenant dire que le Vercors est accidenté d'un important réseau de fractures de directions orthogonales, grosso modo Nord-Sud et Est-Ouest. Enfin, l'ensemble du Vercors urgonien s'infléchit vers le Nord, donc vers la cluse de l'Isère ainsi qu'en direction de l'Ouest, tandis que la série stratigraphique s'enrichit du même coup de Crétacé moyen et supérieur, ce dernier calcaire, et même de molasse, surtout dans les bassins synclinaux d'Autrans et du Villard-de-Lans.

Comme vous le savez, l'Urgonien est un calcaire pur, dur et imperméable mais il est aussi soluble et l'érosion superficielle s'y exerce par corrosion chimique des eaux météoriques acides, origine des lapiaz ou karst. Enfin le travail des derniers plissements y ont aussi laissé leur trace sous forme de failles et de diaclases dont je viens de parler et, comme l'Urgonien n'est pas perméable, c'est grâce à cette séquelle de la tectonique alpine que va être facilitée la pénétration des eaux de surface qui vont attaquer le calcaire en y déterminant les innombrables puits, pots ou scialets, visibles au sol, ainsi que l'inextricable lacs des abîmes de la profondeur, objet de vos explorations et domaine d'une incomparable splendeur lorsque les fantaisies de la calcite de précipitation y ajoutent leur blanc et cristallin décora.

Tous ces phénomènes vont donc jouer un rôle dans l'orientation de l'hydrologie tant superficielle que profonde de la région dont les manifestations vont, bien entendu, s'exercer surtout au niveau de l'Urgonien qui en est l'ossature essentielle, et ceux d'entre nos géologues qui se sont déjà préoccupés de ces problèmes, s'en sont bien rendus compte.

Mais, si le karst du Vercors se montre peu altéré en surface et, malgré les innombrables perforations qui le minent en profondeur, demeure stable, en revanche l'érosion superficielle s'exerce surtout le long des falaises de bordure qui s'écroulent progressivement en couvrant d'éboulis le talus marneux du Néocomien, au niveau duquel peuvent jaillir quelques sources vauclusiennes, les plus basses que l'on constate sur les flancs du massif.

La nature imperméable de ce plan met évidemment un terme à la descente des eaux urgoniennes et s'oppose aux infiltrations latérales ce qui, en pays karstique rend également impossible l'existence d'un niveau de base continu. Et c'est, bien sûr, le cas pour le Vercors.

Si, comme je l'ai dit, la géologie du Vercors peut être considérée comme au point, en revanche, les entrailles du massif recèlent encore bien des mystères, tant sur la topographie de ces accidents que sur les rapports existant entre les divers types de circulation de l'eau et l'origine de son retour à l'air libre par les résurgences, propre domaine de l'hydrogéologie karstique.

Mais, ne vous plaignez pas, heureux spéléologues qui opérez dans ce Vercors perforé comme une écumoire et auxquels il reste tant de problèmes à résoudre et, si vous êtes en grand nombre aujourd'hui avec nous dans cet Institut Dolomieu qui nous reçoit, c'est, je pense (et j'en prends à témoin la liste des inscriptions et des communications annoncées), pour nous dévoiler au cours de nos séances vos dernières découvertes souterraines. Il est certain que les problèmes qui peuvent intéresser géologues et ingénieurs, ceux qui sont en somme le but de ce colloque, auront sans nul doute à bénéficier de vos pénibles et parfois dangereuses explorations.

Mais, n'oublions pas que l'étude du Vercors souterrain a déjà un certain passé puisque le célèbre MARTEL, le créateur et l'animateur de la spéléologie, s'en est occupé dès 1880 et que bien des problèmes avaient déjà été posés par lui, sinon tous résolus, dans ses ouvrages classiques : La France ignorée ou son Traité des eaux souterraines.

Par la suite et à partir de 1895, un jeune comptable de Pont-en-Royans, Oscar DECOMBAZ, dont le nom doit être retenu, attiré par les arcanes des gouffres et des grottes qui abondent dans la vallée de la Bourne, surtout au droit de Choranche, réussit à embrigader un certain nombre de ses amis pour tenter leur exploration et cela avec un matériel des plus sommaires, sans commune mesure avec le vôtre. Les résultats auxquels ils arrivèrent au bout de quelques années et publiés par DECOMBAZ dans les Mémoires de la Société de Spéléologie, prouvent qu'ils avaient parfaitement compris l'essentiel de l'hydrologie profonde du Vercors et très correctement posé nombre de problèmes au sujet desquels, comme l'écrivit BOURGIN, "abondent les vues prophétiques".

Ce très beau départ de la spéléologie faillit rester sans suite et il faut attendre jusqu'en 1925 pour qu'elle subisse un renouveau et cela par l'action soutenue et passionnée du grand pyrénéen Norbert CASTERET, dont vous connaissez tous les livres, Au fond des gouffres, Mes cavernes, qui ont dû convertir bien des jeunes. Cette fois et certainement sous son influence, car il fit dans les Pyrénées des découvertes sensationnelles, la presse et de nombreuses revues commencent à s'intéresser à ce genre d'explorations si spéciales et s'efforcent d'en signaler le déroulement, les résultats

ainsi que les avatars, à leurs lecteurs. Du coup, à son exemple et un peu partout, vont se former des groupes spéléologiques. Si CASTERET avait surtout opéré dans les Pyrénées et en Afrique du Nord, je ne sache pas qu'il soit jamais venu chez nous, du moins en Vercors.

Mais, heureusement, nous avons eu notre CASTERET en Dauphiné en la personne de André BOURGIN. J'ai déjà signalé qu'il était arrivé à Grenoble en 1933 et que, ce grand ingénieur et professeur d'hydraulique, alpiniste consommé doué d'un tempérament de chercheur, ne tarda pas, lui aussi, à se passionner pour la spéléologie de nos grands massifs calcaires, Dévoluy, Chartreuse, et surtout Vercors.

Un dimanche sur deux est consacré soit à l'ascension d'un sommet d'une région, qui en est bien pourvue, soit à l'étude des entrailles de l'un de ces massifs subalpins, et, lorsque l'on a la chance de le rencontrer la veille de ces expéditions pour s'informer de ses projets, il accompagne sa réponse (car il n'était pas très bavard) d'un signe de sa main droite dont le pouce est dirigé soit vers le ciel, soit au contraire vers le sol.

Avec lui, car il est un entraîneur irrésistible, nombre de jeunes sont séduits et il sera même bientôt obligé de créer un groupe spéléologique local rattaché au Club Alpin et dont les explorations, toujours minutieusement préparées tant du point de vue technique que sécurité, se sont, sous sa direction, attaquées de préférence à la plupart des grottes de la cluse de la Bourne et du plateau de Prelles. La spéléologie scientifique, soit l'étude comparative de l'hydrogéologie souterraine prenait ainsi son essor et la plupart des problèmes posés par ses prédécesseurs ou par ses découvertes personnelles, vont trouver avec lui leur solution. S'il a publié deux ouvrages de vulgarisation magnifiquement illustrés de ses photographies : Le Dauphiné souterrain en 1942 et Rivières de la nuit en 1950, ses notes plus techniques paraissent périodiquement dans la Revue de Géographie alpine qu'accueillaient avec enthousiasme Raoul BLANCHARD.

C'est ainsi que l'on doit surtout citer son article sur la Bourne et ses affluents publié en 1941 ainsi que celui sur La Luire et la Vernaison souterraine de 1946 et dans lesquels il démontre que le groupe Source d'Arbois-Rivière du Bournillon (cette dernière qui tarit l'été) n'était que la résurgence de la Vernaison souterraine. Celle-ci d'ailleurs, bien plus importante que celle de la surface, qui disparaît çà et là pour se perdre vers la profondeur.

On peut admettre que la Bourne capte le débit de la Vernaison à 45 %, débit que lui apportent les belles résurgences, les Goules, qui jaillissent au long de sa cluse, sur la rive gauche.

Cette circulation si curieuse des eaux en pays calcaires montre évidemment que, du point de vue hydrologique, il devient illusoire de comparer des cours d'eau et d'en évaluer le débit probable uniquement en se fondant sur l'étendue de leurs bassins versants et c'est pourquoi l'ingénieur chargé des projets d'aménagements hydroélectriques devra souvent abandonner ses documents topographiques pour consulter les cartes géologiques. Et c'est précisément le cas de la Bourne-Vernaison étudié par BOURGIN, rivières qui se réunissent vers Pont-en-Royans et dont les bassins versants urgoniens ont une étendue sensiblement égales (285 km² pour la Bourne, 289 pour la Vernaison) et cependant leurs débits sont comme 10 (Bourne) et à 1 (Vernaison).

On voit donc bien que, grâce à A. BOURGIN, la spéléologie d'antan prenait une orientation nouvelle et qui va être dorénavant suivie par tous ceux qu'il a formés ou qui vont l'imiter. Parmi ceux-ci, un nom vient immédiatement à l'esprit; celui du photographe Jo BERGER qui fonda en 1946 le Spéléoclub grenoblois et donna son nom au gouffre vertigineux qu'il découvrit sur le plateau de Sornin et explora sur 1122 mètres de profondeur, ce qui permit d'éclaircir le secret de l'origine du "germe" des fameuses Cuves de Sassenage qui a longtemps exercé la sagacité des chercheurs : une expérience de coloration à la fluorescéine, partie des profondeurs de ce gouffre est en effet parvenue, après un extraordinaire parcours souterrain, à colorer cette belle résurgence.

Dès lors, le renom si bien établi de ce magnifique Vercors, paradis des spéléologues et futur parc régional naturel, ne cesse de s'accroître et d'attirer d'un peu partout des équipes de spécialistes avides de découvertes et des centaines de jeunes gens viennent chaque année, pendant la belle saison, essayer de ravir aux spéléologues dauphinois ce remarquable record du monde, risquant ainsi de faire dévier dans une direction uniquement sportive, l'évolution de la spéléologie française, ce qui serait regrettable.

Et à ce sujet, je voudrais exprimer un espoir : puisque la spéléologie est devenue scientifique à Grenoble, pourquoi ne pas l'enrichir en adjoignant à l'étude de l'hydrogéologie souterraine, celle de la thermique des gouffres déjà esquissée par BOURGIN et aussi en tentant de former une section de biospéléologie qui s'occuperait spécialement des organismes cavernicoles. Songez que du laboratoire souterrain de Moulis, dans les Pyrénées, que dirige mon confrère le professeur

VANDEL, sont sortis de remarquables travaux et que, dans cette importante spécialité, beaucoup de découvertes restent encore à faire.

Tels sont donc les souhàits que je formule en terminant ce trop long discours qui prélude aux communications que vous allez présenter au cours de ce colloque, lequel ne manquera pas de provoquer des contacts fructueux entre géologues et spéléologues qui leur permettront de se mieux connaître et de préparer ainsi pour l'avenir une plus efficace collaboration.

LES FUITES DU LAC DE BOUVANTE

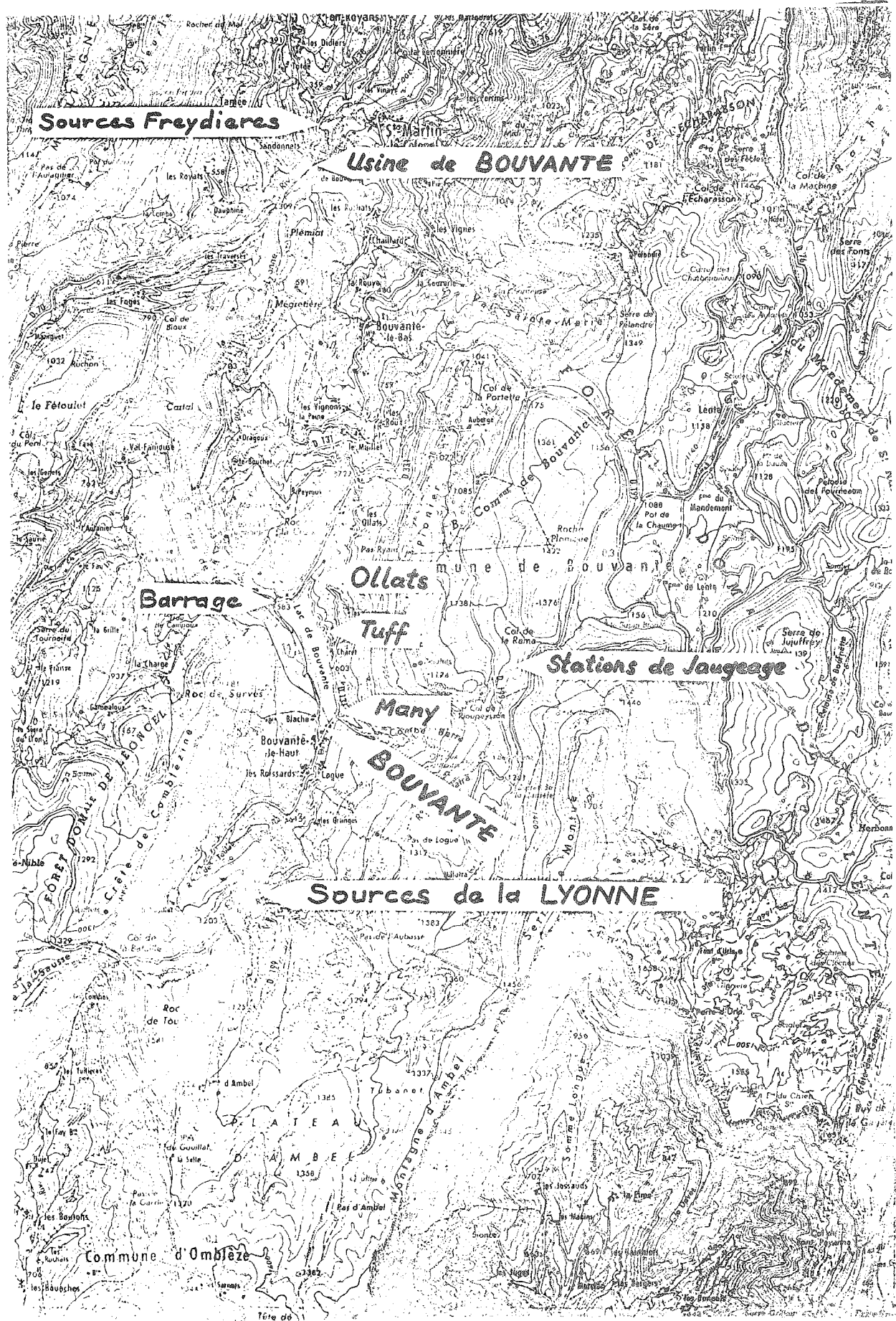
~~~~~

H. ANDRE, M. AUDINET et M. ROY  
Ingénieurs à Electricité de France.

### SOMMAIRE

- I - Description des lieux - Géographie, Géologie.
- II - Historique sommaire - Construction du barrage, contrôle et localisation des fuites, travaux effectués et méthodes d'exploitation du lac.
- III - Recherche des fuites - Localisation des zones de fuites dans la réserve, résurgences des Freydières et recherches spéléologiques.
- IV - Contrôle de l'évolution des débits de fuite.
- V - Travaux effectués et méthode d'exploitation.
  - Conclusion.
- VI - Bibliographie.





## I - DESCRIPTION DES LIEUX

Le lac artificiel de Bouvante se situe en bordure ouest du massif du Vercors à 46 km au Sud Ouest de Grenoble, à 29 km à l'Est de Valence et à 10 km au Sud Ouest de Saint-Jean-en-Royans (voir cartes 1 et 2).

Il est alimenté par la Lyonne et ses affluents le Many, le Tuff et les Ollats. Le bassin versant apparent tel qu'on peut le tracer sur une carte est voisin de 33 km<sup>2</sup>.

La superficie du lac à la cote maximale d'exploitation admise en 1968 (573.90 NGF) est de 20 ha alors qu'elle est de 33 ha à la cote de la crête du barrage (583 NGF).

Les volumes correspondants depuis la cote 553.70 NGF du pied du barrage sont de 1,35 million de m<sup>3</sup> à la cote 573.90 NGF et de 3,8 millions de m<sup>3</sup> à la cote 583 NGF.

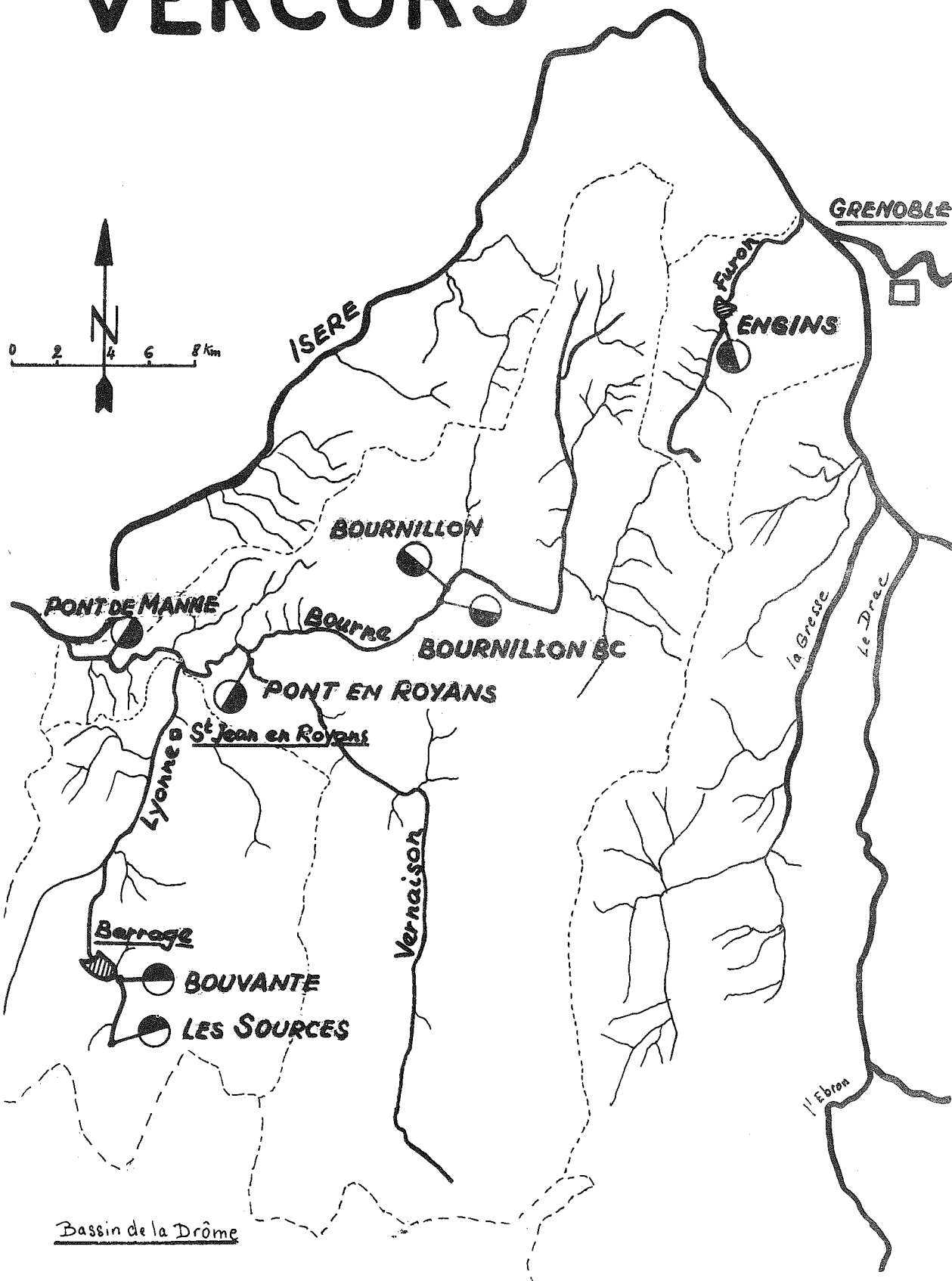
Les précipitations moyennes annuelles dans cette région sont voisines de 1200 mm.

Le barrage est situé dans une zone de calcaires urgoniens disloqués mais la cuvette est recouverte dans sa plus grande partie de marnes hauteriviennes imperméables, sauf dans la zone située à l'amont immédiat du barrage où les mouvements tectoniques ont broyé ces marno-calcaires. Pour une connaissance plus précise de la géologie on se reportera aux études de Monsieur le Professeur BARBIER (rapports de 1960 et 1963) et à la thèse de Monsieur LE PAGE (1963).

## II - HISTORIQUE SUCCINCT

- En 1918 Monsieur SAYN, dans son rapport géologique établi en vue des futurs travaux du barrage de Bouvante, concluait à l'étanchéité de la cuvette sauf dans la zone immédiatement à l'amont du barrage.
- En 1924 Rapport géologique de Monsieur KILIAN.
- En 1925 Mise en service du barrage.
- Dès 1926 Constatation de fuites importantes 1100 l/s.
- En 1927 Vidange du lac - Creusement du puits RG et d'une galerie RD qui permirent de découvrir des marno-calcaires très fissurés.
- En 1928 Creusement du puits RD jusqu'à 45 m (sourciers).
- En 1929 Creusement du puits RD de 45 m à 70 m (Abbé MERMET).
- En 1930 Percement d'une galerie vers le lac à partir du puits RD, découverte d'une caverne et de concrétions calcaires. Après ces travaux les fuites passèrent à 1800 l/s à la remise en eau de la retenue.
- En 1931 Monsieur HOTZ, géologue, conseilla des forages et des injections, les fuites furent réduites à 800 l/s. Les résultats furent incomplets car trop localisés.
- En 1934 Exécution d'un mur en RG.
- En 1937 Revêtement d'ensemble sur la partie RG.

# VERCORS



- En 1949 Exécution d'un revêtement léger gunité sur le fond avec raccordement aux rives.
- Vers 1955 Essais de coloration - Résurgences aux Freydières.
- En 1958 Exécution d'une dalle de béton armé en RD.  
Essai de localisation des fuites avec utilisation de confettis.  
Reconnaissance dans le fond du lac par des hommes grenouilles.
- En 1959 Poinçonnement localisé et effondrement partiel du tapis gunité.  
Sondages ESMO dans la partie aval de la retenue.
- En 1960 Rapport géologique de Monsieur le Professeur BARBIER.  
Sondages Solétanche dans la partie amont de la retenue en vue de l'étude d'implantation d'un nouveau barrage.
- En 1961 Etude du réaménagement de la chute avec limitation de la réserve.
- En 1964 Réparation du tapis gunité entre RD et RG.
- En 1965 Automatisation de l'usine et exploitation sur programme à niveau peu variable et inférieur à 567 en temps normal et 573.90 en période de crue.

### III - RECHERCHE DES FUTES

Les premières recherches des zones de fuites dans la retenue ont été constituées essentiellement par des reconnaissances faites à l'aide de puits et de galeries forés dans le rocher en amont du barrage. Des sourciers, puis l'Abbé MERMET, espéraient trouver un collecteur unique souterrain. Mais le puits creusé en RD jusqu'à 45 m, puis approfondi jusqu'à 70 m ne permit que d'atteindre le rocher sain et sec. Il semble que les tirs de mine aient contribué à la dislocation du rocher et à l'accroissement des fuites, partiellement et provisoirement compensées par des injections et des travaux.

La localisation des résurgences a été faite par coloration à la fluorescéine des eaux de la Lyonne en amont du barrage, coloration qui est réapparue aux Sources de Freydières, situées en rive droite de la Lyonne un peu à l'aval de l'usine de Bouvante (carte 2).

Des recherches spéléologiques ont été tentées à partir d'une grotte située en RD de la Lyonne près de l'usine de Bouvante pour atteindre le réseau souterrain des Sources de Freydières, mais après quelques centaines de mètres de parcours l'équipe a dû rebrousser chemin sans avoir atteint son but.

A partir de 1958 des essais "non destructifs" de recherches des exutoires de fuite et d'explication des phénomènes ont été entrepris.

En particulier 100 kilos de confettis de 5 couleurs différentes ont été lancés à partir de l'hélicoptère de l'E. D. F. Alouette II sur le lac le 15 janvier 1958. L'appareil volait à une vitesse de 50 km/heure environ à 60 mètres au-dessus du lac.

L'opérateur vidait des sacs de confettis à la main dans une tuyère adaptée à la trappe de photographies aériennes et dépassant de 60 cm en dessous de l'hélicoptère.

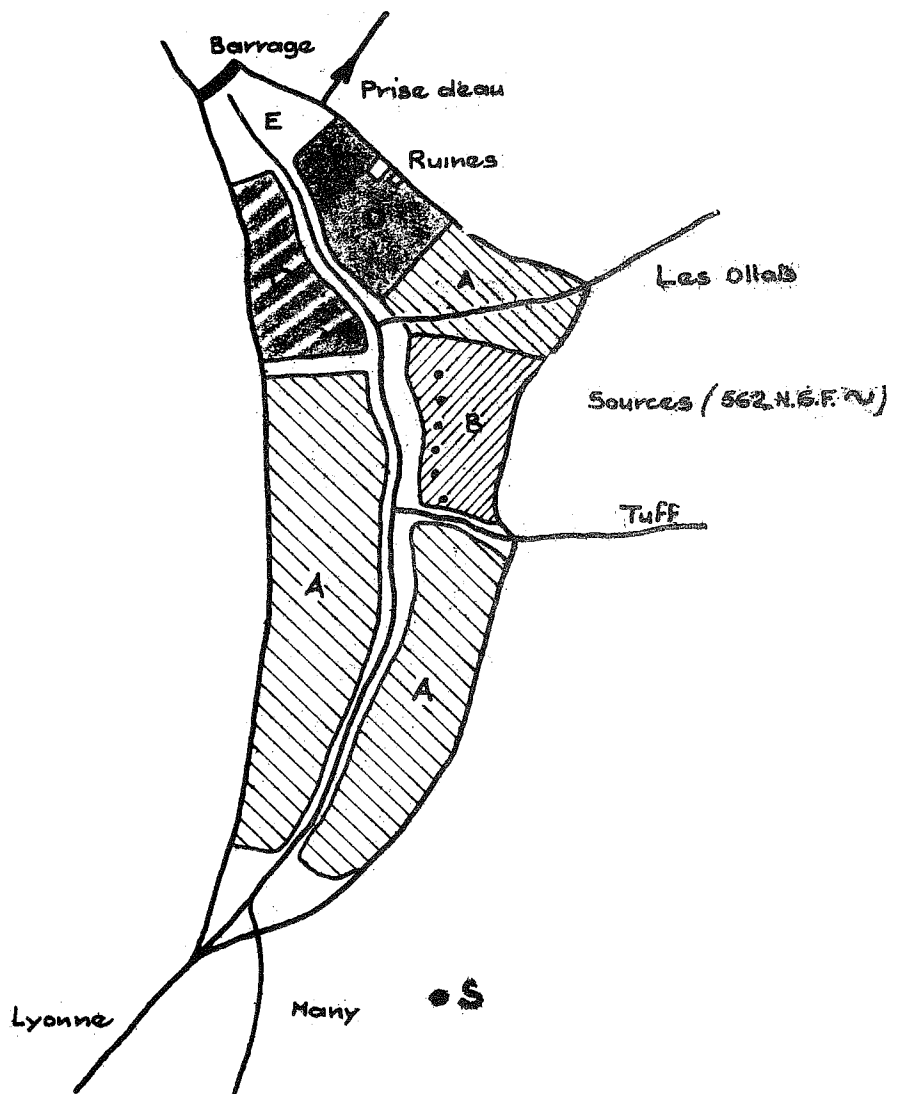
La partie inférieure de cette tuyère était inclinée vers l'aval pour faciliter l'aspiration des confettis et éviter un refoulement dans la cabine.

La surface du lac à ensemercer au moment du lâcher était de l'ordre de 75 000 m<sup>2</sup>. La quantité de confettis utilisée permettait un semencement à raison de 1 confetti tous les 10 centimètres environ.

# LAC DE BOUVANTE

Essais de localisation des pertes

Le 15 - 1 - 58



- E. D. F. - DIVISION TECHNIQUE GÉNÉRALE -

La durée totale de l'opération a été de l'ordre de 30 minutes ; l'hélicoptère ne pouvant transporter que le pilote, un opérateur et 50 kilos de confettis, a fait un atterrissage en queue de la retenue pour charger le deuxième lot de 50 kilos.

#### OBSERVATIONS (schéma 3)

Certains confettis sont descendus immédiatement dans l'eau à la vitesse de 1 cm en quelques secondes. La plus grande partie est restée en surface pendant une demi-heure environ : parmi ces derniers, certains ont été poussés sur la berge sud ouest par le vent, les autres ont coulé lentement suivant les lignes de courant dans le lac. Après dépôt sur la vase, les confettis ne se déplaçaient plus. Un survol du lac une demi-heure après la fin du lâcher a permis de constater cinq traînées de confettis qui semblaient matérialiser des trajectoires de filets liquides.

Le lac fut vidé pendant les 5 jours suivant cet essai par les débits turbinés (4 à 5 m<sup>3</sup>/s) et par les fuites (3 à 400 l/s).

L'examen de la cuvette de Bouvante pendant et après cette vidange a permis d'observer :

- 1 - Une répartition uniforme de confettis sur la plus grande partie de la retenue à raison de un tous les 10 centimètres environ. Cette zone doit être saine (A).
- 2 - Des groupements de confettis dans des cratères de formes et de dimensions variables. Certains de ces entonnoirs étaient secs. Des autres sortaient des sources qui, d'après les habitants de Bouvante, existaient avant la création du barrage. Les parois de l'un de ces derniers cratères étaient tapissées de près de un millier de confettis. Un essai fait lors de cette inspection a permis de montrer que les confettis ne pouvaient pas descendre dans le cratère et étaient emportés vers l'aval lorsque la source débitait. Ces cônes devaient donc être des exutoires de fuites au moment du lâcher (zone B).
- 3 - Des concentrations de confettis à 3 niveaux dans la zone la plus douteuse (C et D).
- 4 - Une bande très garnie de confettis bleus et verts sur la vase au pied du barrage. Cette bande a attiré l'attention et a permis de trouver sous la vase des fissures de 0,10 m de largeur et de plusieurs mètres de longueur dans le gunitage fait quelques années auparavant. Dans cette fissure des feuilles mortes... , du fil de pêche, ont montré qu'un écoulement important avait eu lieu, ce qui est confirmé par le fait que des confettis aient pu franchir la zone de la prise d'eau alors en service (zone E).

#### CRITIQUES DE L'ESSAI

Si une opération analogue devait avoir lieu, il y aurait lieu de veiller aux points suivants :

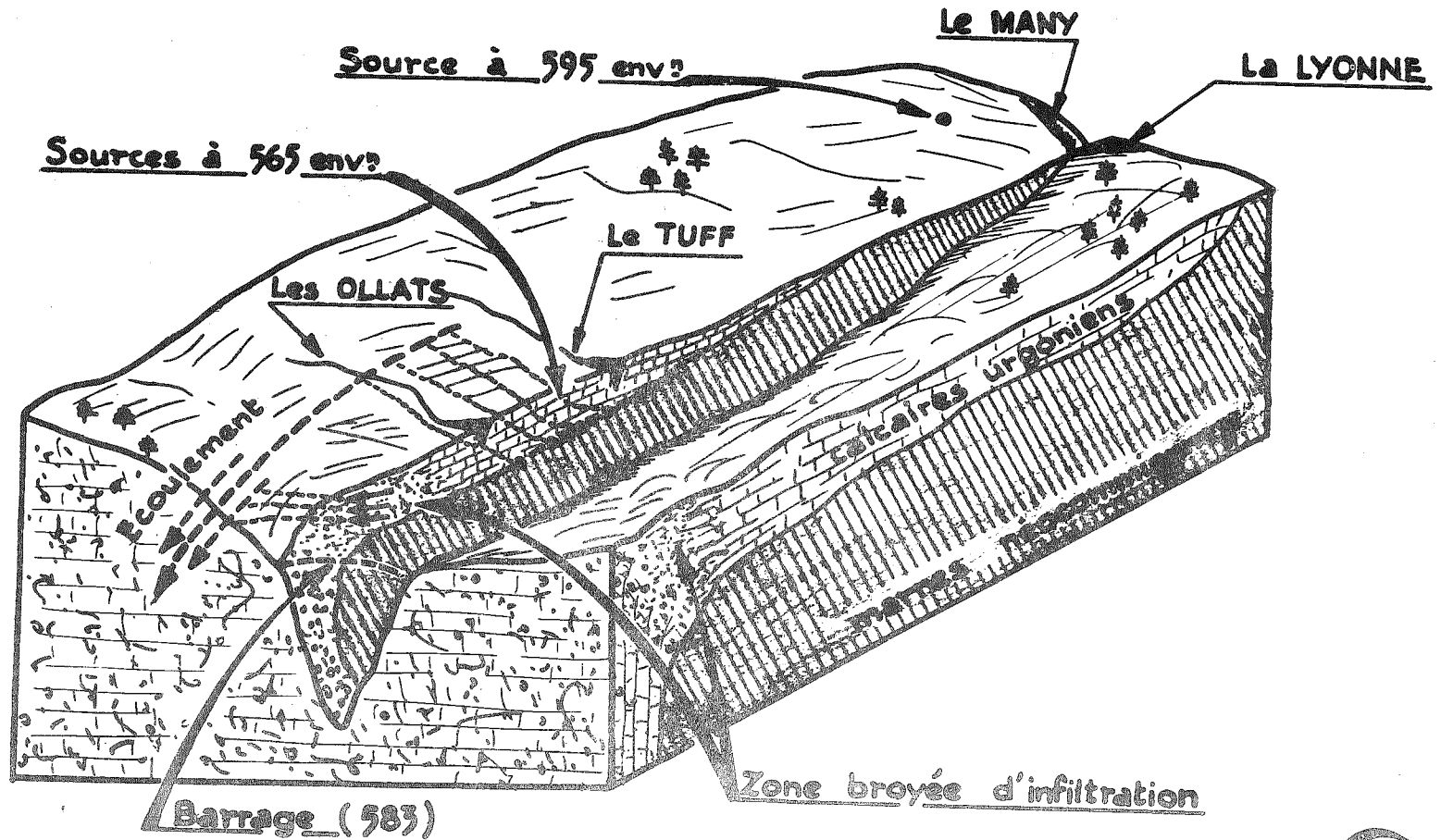
- a) employer des confettis de couleur claire telle que le jaune,
- b) brasser les confettis dans les sacs qui ne doivent pas être tassés pour éviter des lâchers de paquets agglomérés,
- c) opérer, si possible, un jour sans vent,
- d) voler à plus de 60 mètres de hauteur à faible vitesse,
- e) ne pas turbiner pendant le lâcher. Attendre au moins une heure après la fin de l'opération avant de remettre l'usine en marche.

En mars et avril 1958 trois hommes grenouilles ont travaillé dans le fond du lac pour observer les zones particulières mises en évidence par l'opération "confettis". L'exploration était très difficile en raison du manque de visibilité, compensée très localement par l'utilisation de lampes torches étanches. Après quelques tentatives infructueuses les hommes grenouilles ont pu obtenir des résultats positifs en prospectant les zones douteuses à l'aide de petits jets de fluorescéine projetés à l'aide d'une poire en caoutchouc.

# LAC DE BOUVANTE

## Essais d'interprétation géologique

|          |
|----------|
| DALs     |
| 1        |
| 16.10.58 |



Ces essais confirmèrent la plupart des zones de fuite près du barrage et mirent en évidence, surtout dans la partie des berges situées en rive droite entre le Tuff et les Ollats, des sources débitant dans le fond de la retenue en charge.

Ces constatations ont été faites après une période très pluvieuse au cours de laquelle on a pu voir débiter en particulier une source intermittente située à l'aval immédiat du Many à quelques dizaines de mètres en dessus de la route.

On peut déduire de tous ces essais que les exutoires douteux peuvent être des zones de fuites ou des zones d'apport suivant l'état de la nappe, bien que ce mot de nappe ne soit peut-être pas le plus adéquat pour définir des écoulements dans les calcaires. Cette explication est concrétisée sur l'essai "d'interprétation géologique" figurant sur le schéma 4 et sur la planche V extraite du rapport de thèse de Monsieur LE PAGE.

Les mesures faites depuis 1962 dans les quelques piézomètres implantés dans la zone des fuites, sur le conseil de Monsieur le Professeur BARBIER, confirment assez bien ces hypothèses. Certains de ces piézomètres ont un niveau supérieur à celui du lac en période de pluies, un niveau très inférieur en étiage.

On verra qu'il est malheureusement très difficile de mesurer avec la même précision les fuites en périodes d'étiages et en périodes de hautes eaux, ce qui rend impossible la confirmation de ces hypothèses par des mesures directes des débits de fuite.

#### IV - CONTROLE DES FUITES

##### IV - 1 - Contrôle permanent

Un contrôle est effectué à l'usine de Bouvante à partir des mesures des débits turbinés, déversés, stockés et des relevés aux stations de jaugeage de Bouvante sur la Lyonne, du Many, du Tuff et des Ollats. Ce contrôle permet une surveillance de l'évolution des fuites. On constate que certains bilans mensuels sont négatifs, c'est-à-dire qu'il a été utilisé plus d'eau qu'il n'en a été mesuré aux stations de jaugeage. Ces bilans négatifs correspondent en général à des mois de forte hydraulicité.

##### IV - 2 - Contrôles périodiques

Des contrôles portant sur un bilan d'une demi-journée sont faits deux ou trois fois par an depuis 1960. Ils consistent, l'usine étant à l'arrêt, à faire le bilan des apports et des sorties visibles et de comparer le résultat au volume stocké (ou destocké) pendant le temps considéré. Ces contrôles sont faits pendant une période de débits stables, c'est-à-dire après quatre jours sans précipitations. Les débits entrants (Lyonne, Many, Tuff et Ollats) et les débits sortants (fuites vanne de fond) visibles sont mesurés par des jaugeages. Le volume stocké (ou destocké) est déterminé à partir des cotes du plan d'eau de la retenue au début et à la fin du bilan et du barème de capacité de Bouvante.

Ce barème a été établi à partir du planimétrage d'un plan de la cuvette au 1:1 000. Les valeurs des volumes de la réserve ont été obtenues en intégrant l'équation de la courbe représentative de la surface de la réserve en fonction de la cote ; cette fonction étant au préalable ajustée suivant une loi parabolique. Les calculs ont été effectués sur calculatrice C.A.E. 510.

Les fuites apparentes sont définies comme étant égales à :  
apports visibles - sorties visibles - variation algébrique de la réserve.

Ce mode de calcul attire deux remarques :

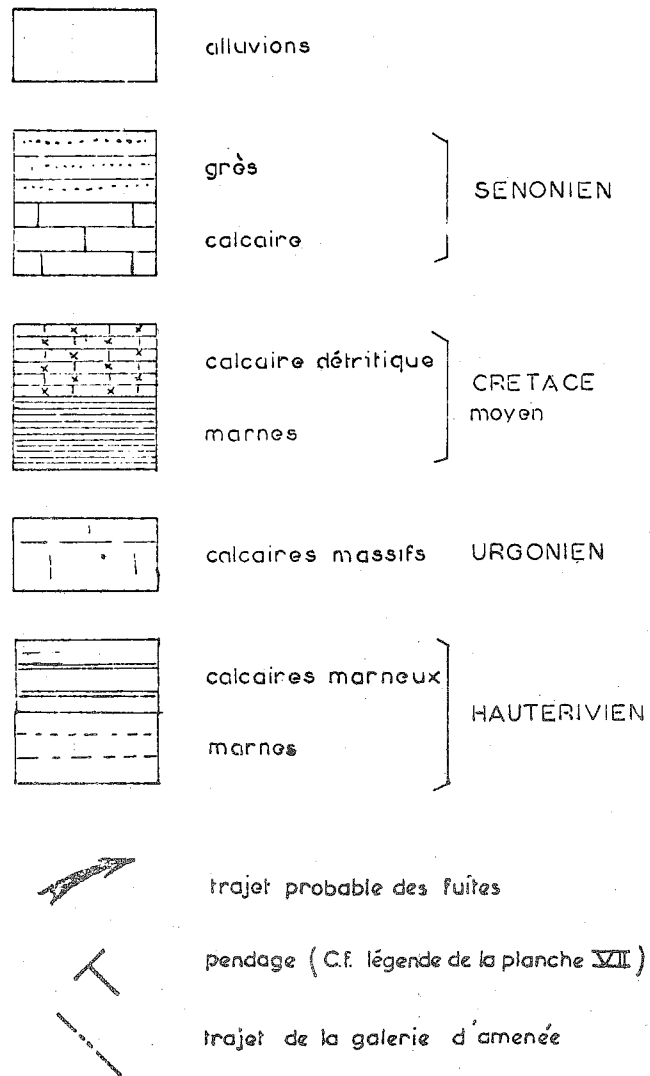
- les fuites réelles sont sous-estimées car on ne tient pas compte des apports non visibles ;
- les résultats obtenus par différence peuvent être imprécis lorsque les deux termes de cette différence sont importants ;

Exemple : bilan du 8 mai 1963

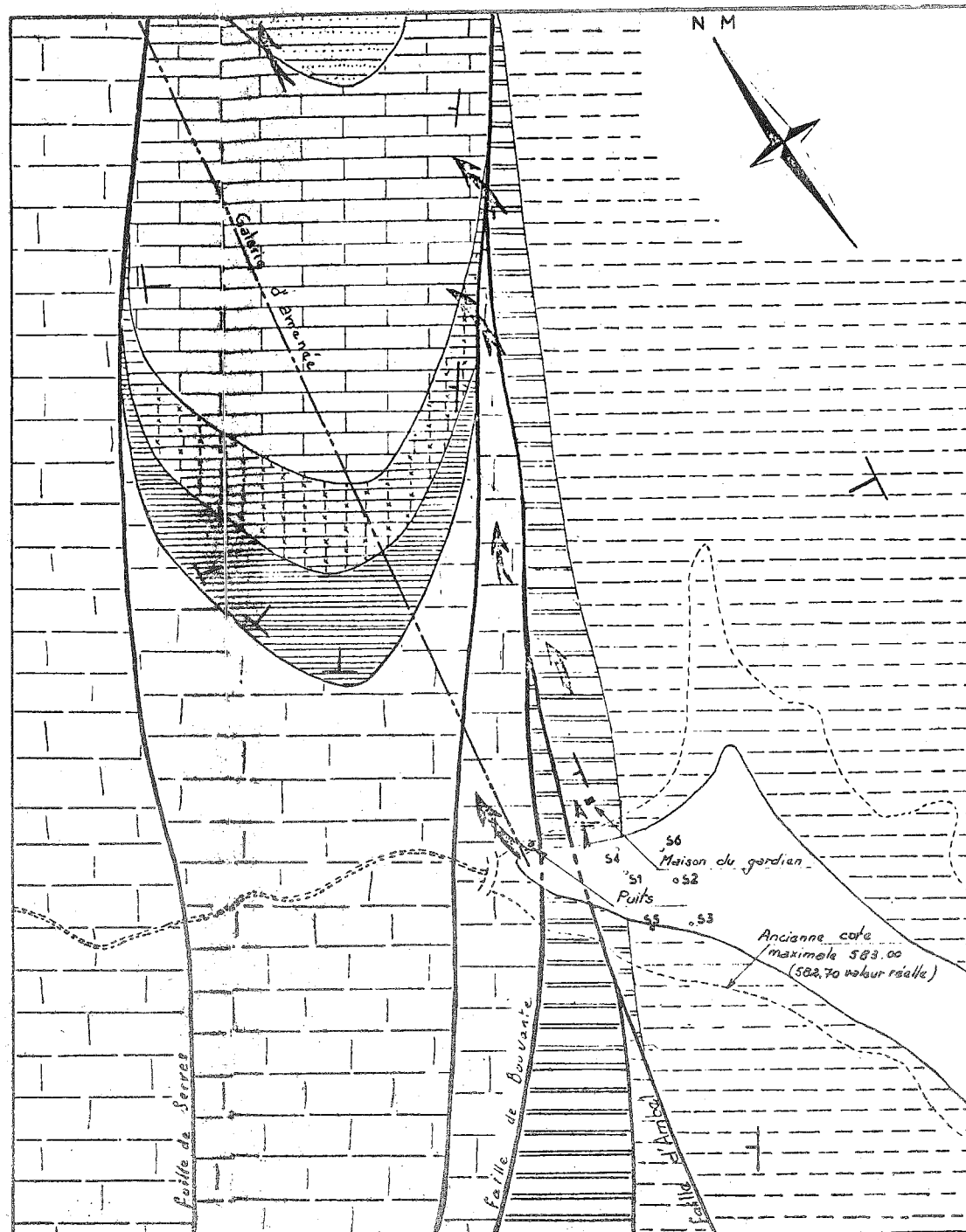
|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| Apports visibles        | 2,685 m <sup>3</sup> /s |
| Variation de la réserve | 2,180 m <sup>3</sup> /s |
| Fuites apparentes       | 0,505 m <sup>3</sup> /s |



TRAJET PROBABLE DES EAUX  
ET STRUCTURE GEOLOGIQUE  
des ABORDS du BARRAGE  
à la COTE 550



en pointillé : emplacements de la Lyonne et du barrage



En admettant une incertitude de  $\pm 2 \%$  sur les mesures, soit environ 50 l/s sur chaque terme, on peut obtenir dans le cas le plus défavorable où les deux erreurs s'ajoutent le résultat avec une incertitude voisine de  $\pm 20 \%$ .

Les résultats des bilans de fuites sont portés sur un graphique en fonction de la cote du lac (fig. 6). Ils ne peuvent être comparés entre eux que pour un même mode d'exploitation de la réserve.

De 1960 à 1965 les résultats font apparaître une certaine relation avec le niveau du lac, la dispersion représentant pour une cote donnée, d'une part la variation des fuites avec le niveau de la nappe et d'autre part les erreurs de mesure.

Depuis la mise en service de l'asservissement en éclusées les résultats des bilans semblent plus dispersés. Ceci parce que les mesures sont faites à des cotes basses, les fuites sont alors plus faibles quels que soient les apports, donc imprécision plus grande quand les apports sont élevés. Pour les mêmes apports et une cote plus élevée, les fuites auraient été plus importantes, donc la précision meilleure. Néanmoins, on constate une évolution favorable des fuites dans le temps.

Des mesures sont effectuées depuis 1962 dans quatre sondages utilisés comme piézomètres (2 en rive gauche et 2 en rive droite) pour contrôler le niveau de la nappe autour du lac au moment du bilan (fig. 7).

On remarque que les niveaux dans les piézomètres suivent le niveau du lac. Entre le début et la fin d'un bilan, la variation de niveau dans les piézomètres est sensiblement égale à la variation du niveau du lac.

En rive gauche les piézomètres indiquent des niveaux généralement inférieurs à ceux de la retenue. Ces deux points de mesures semblent montrer l'existence d'une nappe aquifère qui s'affaisse au large de la retenue et vers l'aval.

En rive droite, pendant une période stable des débits, les piézomètres semblent indiquer un comportement identique de la nappe avec cependant un écart plus important par rapport à la retenue. Par contre, après de fortes précipitations, la nappe peut monter à un niveau bien supérieur à celui du lac (fig. 7).

Les résultats de ces mesures, associés aux bilans des fuites, sont encore trop peu nombreux et portent sur des valeurs trop faibles pour que l'on puisse déterminer une relation entre le débit des fuites apparentes et la différence entre le plan d'eau du lac et celui des piézomètres.

## V - TRAVAUX EFFECTUES ET METHODES D'EXPLOITATION

A l'origine, en 1925, la Société des Forces Motrices du Vercors avait équipé la chute de Bouvante sur la Lyonne entre les cotes 583 et 302, en usine de pointe d'une puissance de 15 MVA pour un débit équipé de  $5,25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Lors de la rénovation partielle de 1964-1965, diverses considérations techniques et économiques ont conduit à ramener ces valeurs respectivement à 10 MVA et à  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ , avec un gain de productibilité annuelle de l'ordre de 70 %.

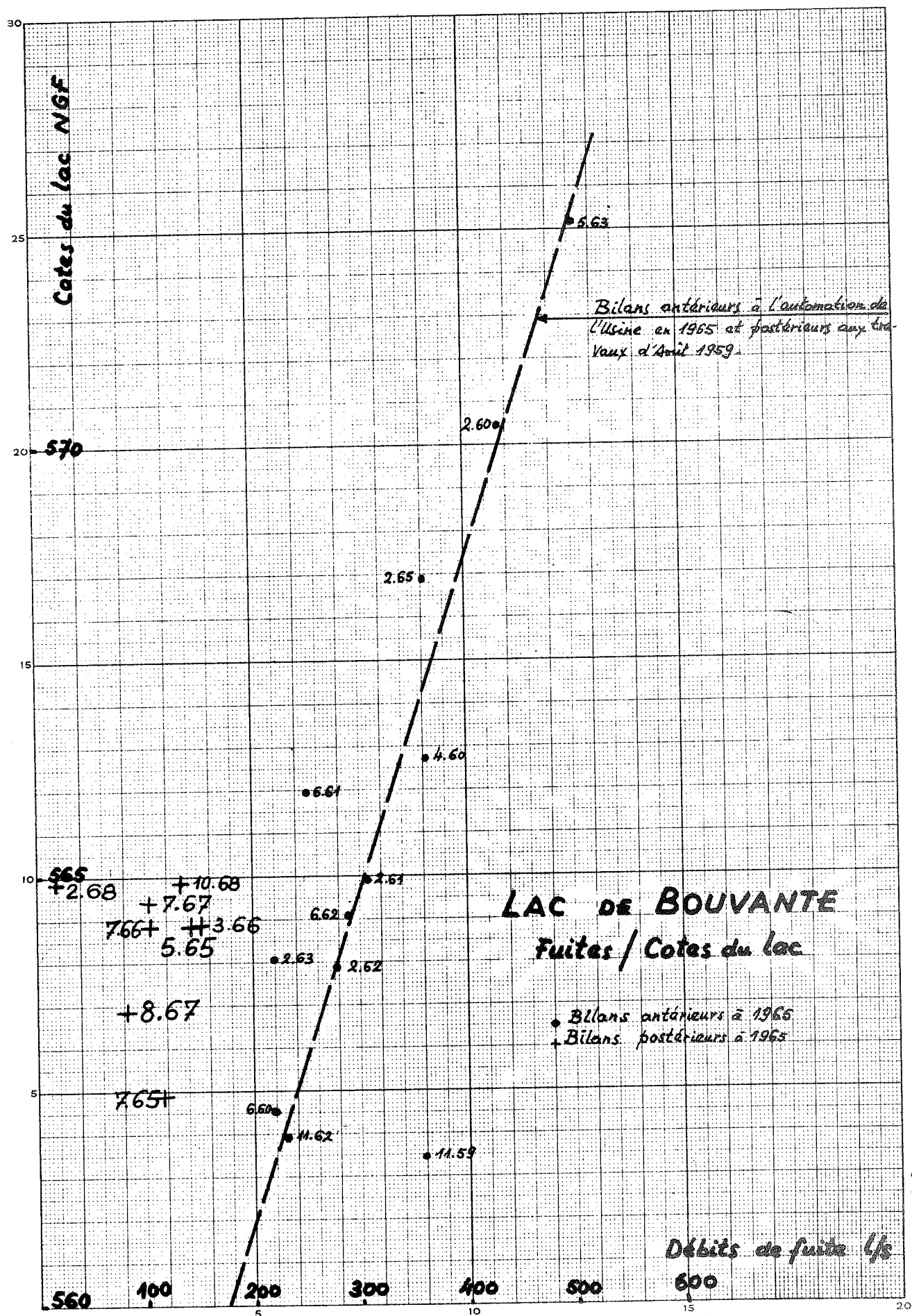
A partir de 1927 ont été entrepris des travaux de creusement et de bétonnage d'un puits rive gauche et d'une galerie inclinée rive droite, avec rejointoiement du rocher en rive gauche sans résultat appréciable.

Ensuite, en 1928-1929, le puits rive droite a été creusé jusqu'à 45 m, puis 70 m de profondeur, pour tenter de localiser un collecteur souterrain des fuites de la retenue.

Malgré les résultats négatifs obtenus, une galerie vers le lac fut percée à la cote 540 en 1930 et une excavation de 10 m en rive gauche laissée telle quelle (fig. 8).

On observa, après cette campagne, les fuites les plus élevées, atteignant à la cote 583 environ  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , valeur qui fut réduite à  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  après 11 forages avec injections, exécutés en 1931 dans l'excavation de 1930, par la Société Bachy.

En 1934, l'exécution d'un mur RG sur les parois de l'excavation de 1930 permet de ramener de  $0,8$  à  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$



la valeur de ces fuites. En 1935, un dallage en béton est exécuté au pied du mur rive gauche, et est complété, en 1937, par un revêtement d'ensemble de 60 x 50 m et de 0,15 m d'épaisseur, sans effet sensible sur les fuites.

Différentes solutions ont été adoptées pour réduire ces fuites, dans la mesure des crédits disponibles pour l'entretien des installations d'une centrale qui, avant la rénovation de 1964-1965, avait une productibilité annuelle moyenne de l'ordre de 12 millions de kWh. En 1949, un revêtement léger, gunité, armé ou non, a été mis en place sur 4 960 m<sup>2</sup> avec raccordement du barrage au mur de 1937 et à la rive droite.

Par la suite, divers travaux d'entretien ont été effectués durant la période d'étiage d'été, pour obturer les fuites observées dans ce revêtement.

En 1958, une dalle de raccordement de 0,20 à 0,10 m d'épaisseur a été exécutée en rive droite, et des travaux complémentaires de réfection du revêtement gunité ont été entrepris.

En 1959, six sondages repérés de S<sub>1</sub> à S<sub>6</sub> ont été effectués par la Société ESMO dans la zone aval de la retenue jusqu'à une profondeur de 15 m environ. La charge maximale du terrain dans cette zone était de l'ordre de 2 à 2,8 bars à retenue pleine.

Les terrains rencontrés en surface comprennent des alluvions avec graviers et blocs, puis des bancs alternés de calcaires et de marnes.

Pendant l'exécution des sondages centraux S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>, de fortes pluies ont rendu ces forages artésiens jusqu'à environ 48 heures après la fin des pluies. Les essais d'absorption d'eau effectués sous 3 bars ont révélé les zones d'absorption totale dans quatre sondages sur six, la valeur du débit absorbé variait par ailleurs de 4 à 20 l/m/mn.

Pour mettre en balance des travaux assez importants, envisagés sur le tapis d'étanchéité aval en 1959, avec une autre solution consistant à édifier une nouvelle digue dans la partie centrale de la retenue, une campagne de sondages fut entreprise en 1960 par la Société Solétanche, à la suite d'un rapport géologique du 24 juin 1960 de Monsieur le Professeur BARBIER.

Un ensemble de 39 sondages a ainsi été réalisé sur des profondeurs variant de 9 à 20 m environ, principalement suivant un profil transversal à la vallée et un axe perpendiculaire longitudinal.

Des essais de perméabilité, dont les résultats varient de 10 à 100 unités Lugeon, et des relevés piézométriques ont notamment été effectués.

L'épaisseur des terrains de surface est de l'ordre de 3,50 m en moyenne. On trouve d'abord une couche de terre végétale de 0 à 0,90 m de hauteur recouvrant une couche épaisse de sable, de graviers et galets alluvionnaires ou d'éboulis parfois enrobés d'argile limoneuse. Le substratum rocheux marno-calcaire recouvre en profondeur un calcaire gris compact fissuré. Une étude rapide de la nappe a pu être effectuée : celle-ci suit normalement les mouvements des crues de la rivière et ceux du plan d'eau de la retenue. Les courbes de niveau de la nappe suivent sensiblement les courbes de niveau de la retenue.

En ce qui concerne les piézomètres, certains sont devenus artésiens lors des pluies observées le 1er octobre 1960. Par ailleurs, il est à noter que ce jour-là la pression de l'eau dans les terrains de surface était telle qu'un violent coup de talon dans le sol favorisait la formation d'un exutoire.

Les essais de coloration effectués ont confirmé que les sources de la retenue sont bien alimentées par les circulations d'eau à la base des terrains de couverture.

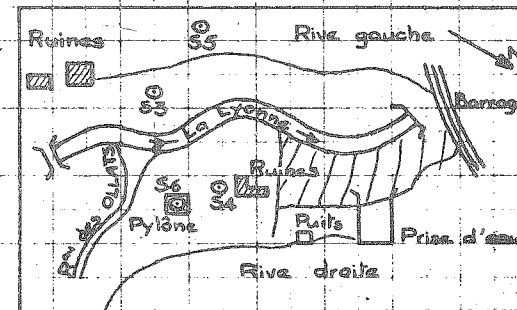
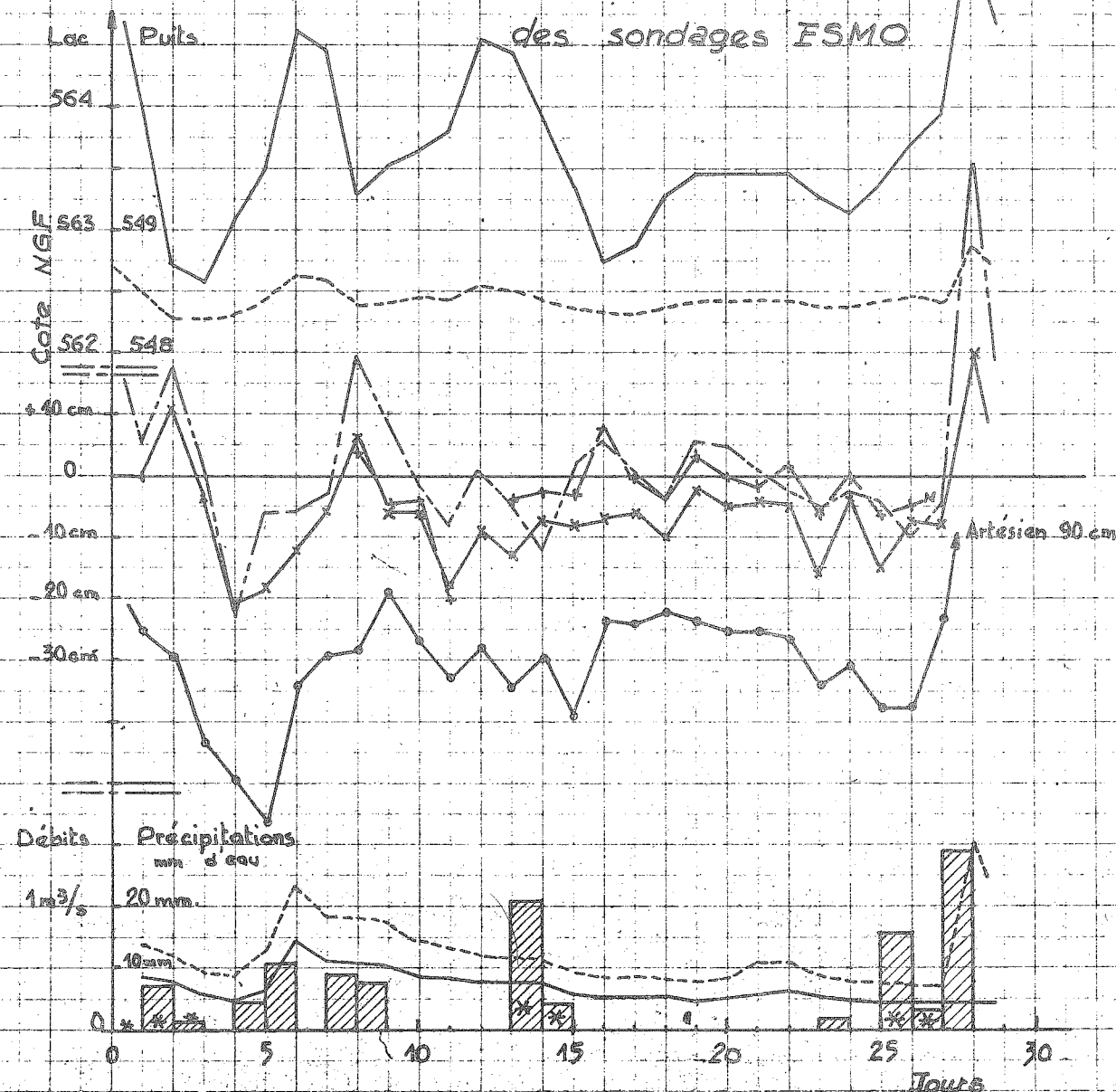
De 1962 à 1964, en complément des travaux de rénovation partielle comprenant en particulier la construction d'une tulipe de déversement en rive gauche de la retenue, le raccordement partiel a été exécuté dans la partie basse à l'aval, entre les revêtements rive gauche et rive droite.

C'est à cette époque que Monsieur le Professeur BARBIER et son élève A. LE PAGE (dans le cadre d'une thèse de troisième cycle, pour ce dernier) ont effectué diverses mises au point de caractère hydrogéologique mentionnées par ailleurs, et pour lesquelles nous renvoyons à la bibliographie in fine.

# LAC DE BOUVANTE

## Résultats du Contrôle Piézométrique

Mois de : février 1962



|                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| —                          | Cote NGF de la Retenue         |
| - - -                      | " " dans le puits              |
| —                          | Niveau dans S6/Lac             |
| .....                      | " " dans S4/Lac                |
| (Ecart : piézomètre - Lac) |                                |
| — x —                      | " " " S5/Lac                   |
| + + +                      | " " " S3/Lac                   |
| —                          | Débit de la Lyonne aux Sources |
| - - -                      | " " " à Bouvante               |

▨ Précipitations en mm d'eau au barrage  
\* Neige

A - AL 9  
14  
12-62

Les différents modes d'exploitation de la réserve de Bouvante ont été les suivants.

A l'origine, et jusqu'en 1963 environ, la retenue était pratiquement exploitée comme une réserve saisonnière, si l'on excepte les vidanges totales d'été pour travaux. On maintenait donc une pression relativement élevée (2,8 bars au maximum) sur un terrain où la contre pression de la nappe était relativement variable. Il en résultait de temps à autre les poinçonnements du fond de la cuvette aux points les plus faibles, lorsque les conditions étaient défavorables.

A l'occasion de l'étude de rénovation une exploitation fictive de la réserve a été effectuée en 1962, à l'aide d'un ordinateur IBM 7090, sur une période de référence de trois ans.

A la suite de cette étude, la tranche normale de marnage a été ramenée à 2,70 m, soit 0,2 Mm<sup>3</sup>, avec possibilité d'utilisation exceptionnelle d'une tranche supplémentaire de crue de 7 à 8 m, soit 1,35 Mm<sup>3</sup> au total (compression du terrain : 0,5 à 1 bar ; en crue : 2 bars environ au maximum). L'exploitation de la réserve est devenue hebdomadaire, en dehors des périodes de crues, où la centrale marche à pleine charge en permanence.

Le gain annuel d'énergie est de l'ordre de 8 GWh, cette énergie est placée au mieux sur la courbe de charge du réseau par un programmeur d'un type unique en Europe, à notre connaissance en 1965, la centrale étant entièrement automatique. Une étude complémentaire des crues de la Lyonne pour la période 1936-1960, jointe à une étude économique, ont permis de définir les nouvelles caractéristiques d'équipement de la chute.

Une amélioration assez nette semble avoir été apportée par un changement du mode d'exploitation de la réserve effectué depuis 1965.

Il a en effet été décidé, outre la baisse systématique du plan d'eau mentionnée ci-dessus, de limiter au maximum le nombre de vidanges totales de la retenue, antérieurement effectuées l'été pour examen du fond de la cuvette. En fin de printemps ou au début de l'été, deux jaugeages de contrôle permettent de juger de l'évolution des fuites et de voir si des travaux s'avèrent nécessaires durant l'étiage d'été. D'autres mesures sont, le cas échéant, effectuées en cours d'année.

Les résultats obtenus depuis la rénovation semblent montrer dans ces conditions, une stabilisation des fuites apparentes à une valeur inférieure à celle tirée de la moyenne établie en 1960.

Par ailleurs, une tentative est actuellement en cours pour intégrer dans l'exploitation un contrôle statistique approché des bilans de la réserve, qui permettrait de déceler rapidement les anomalies éventuelles de comportement, ces anomalies faisant alors l'objet d'un contrôle plus approfondi par des bilans d'une demi-journée.

## CONCLUSION

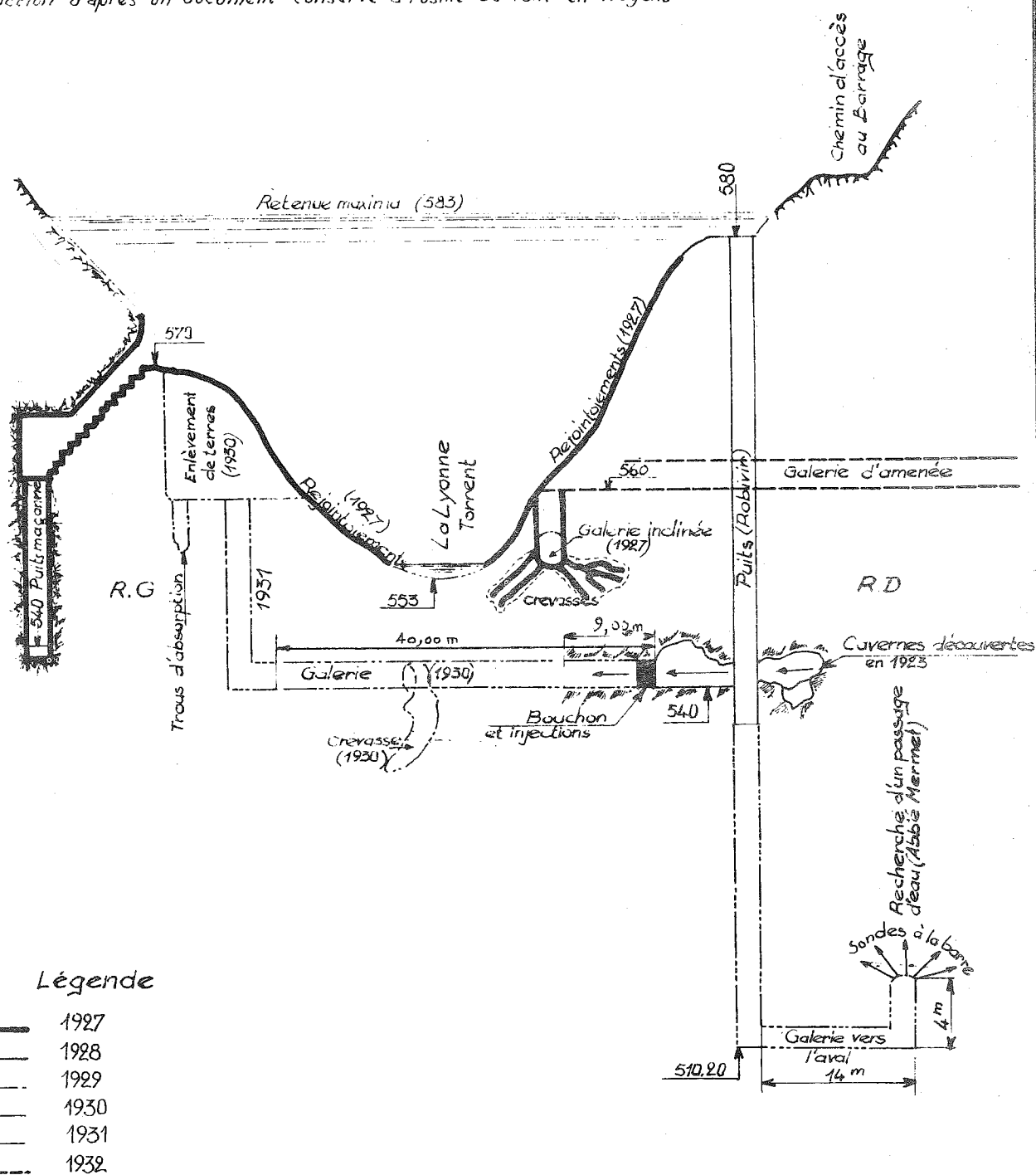
La recherche et le traitement des fuites du lac de Bouvante est un exemple typique d'une œuvre persévérante à laquelle ont pris part de nombreux organismes ou corps de métiers, elles mettent en évidence cette liaison particulièrement bénéfique en Dauphiné entre l'Université et l'Industrie.

L'étude du comportement des fuites dans le temps a fait ressortir l'extrême susceptibilité des terrains karstiques de Bouvante, toute intervention humaine pouvant aggraver les fuites.

La solution adoptée à l'occasion de l'automatisation de l'usine à savoir l'exploitation à niveau bas et peu variable, la réduction au strict minimum du nombre des vidanges totales, semble conduire à des résultats excellents par colmatage naturel des fissures.

Il n'est pas interdit de penser que l'évolution de la technique ne permette un jour prochain de retrouver dans des conditions économiques, la totalité de la réserve (3,8 millions de m<sup>3</sup>).

Reproduction d'après un document conservé à l'usine de Pont-en-Royans



Société des Forces Motrices du Vercors à Valence

Pizangon, le 25 Novembre 1930

— Réservoir de H<sup>+</sup> Bouvantes —

## Schéma des Travaux exécutés pour rechercher les fuites

## VI - BIBLIOGRAPHIE

- BARBIER (R.), 1960. - a - Chute de Bouvante. Rapport géologique sur le nouveau projet de barrage (inédit).
- 1960. - b - Barrage de Bouvante. Rapport géologique sur les fuites de la retenue (inédit).
- 1963. - Barrage de Bouvante : rapport sur les nouvelles études géologiques et piézométriques (inédit).
- ELECTRICITE DE FRANCE, 1958. - Localisation de fuites dans une retenue au moyen de confettis. Fiche d'information interne DTG 03.
- 1961. - Usine de Bouvante : mise au point, à la date du 10.3.1961, des études, des mesures de fuites et des principaux travaux effectués depuis 1918.
- 1961. - Contrôle de l'exploitation de la réserve et de la tenue de la cuvette.
- 1963. - Lac de Bouvante : résultats du contrôle piézométrique des sondages ESMO de janvier à décembre 1962.
- HOTZ (W.), 1931. - Rapport géologique concernant l'étanchement du lac de Bouvante (inédit).
- KILIAN (W.), 1924. - Consultation géologique relative au tunnel d'amenée des chutes de la Lyonne près de Bouvante (inédit).
- LE PAGE (A.), 1963. - Contribution à l'étude géologique de la bordure sud ouest du Vercors ; l'anticlinal de Bouvante et ses environs. Thèse de doctorat de 3e cycle.
1964. - Etude géologique et hydrogéologique des abords du barrage de Bouvante-le-Haut (26) en 1962-63. (inédit).
- SAYN (G.), 1918. - Rapport géologique en vue de la construction d'un barrage à Bouvante-le-Haut (inédit).
- SOCIETE ESMO, 1959. - Chantier de Bouvante. Dossier technique.
- SOCIETE SOLETANCHE, 1960. - Retenue de Bouvante le Haut. Campagne de reconnaissance.

## VII - FIGURES

- 1 - Carte hydrographique du Vercors (1/200 000).
- 2 - Carte de la région de Bouvante (1/50 000).
- 3 - Essai de localisation des pertes.
- 4 - "Interprétation géologique".
- 5 - Trajet probable des eaux (A. LE PAGE).
- 6 - Bilan des fuites en fonction de la cote.
- 7 - Contrôle piézométrique.
- 8 - Schéma des travaux exécutés pour rechercher les fuites.



QUELQUES RESULTATS DE CONTROLES DE DEBITS FAITS PAR  
ELECTRICITE DE FRANCE DANS LE VERCORS

-----

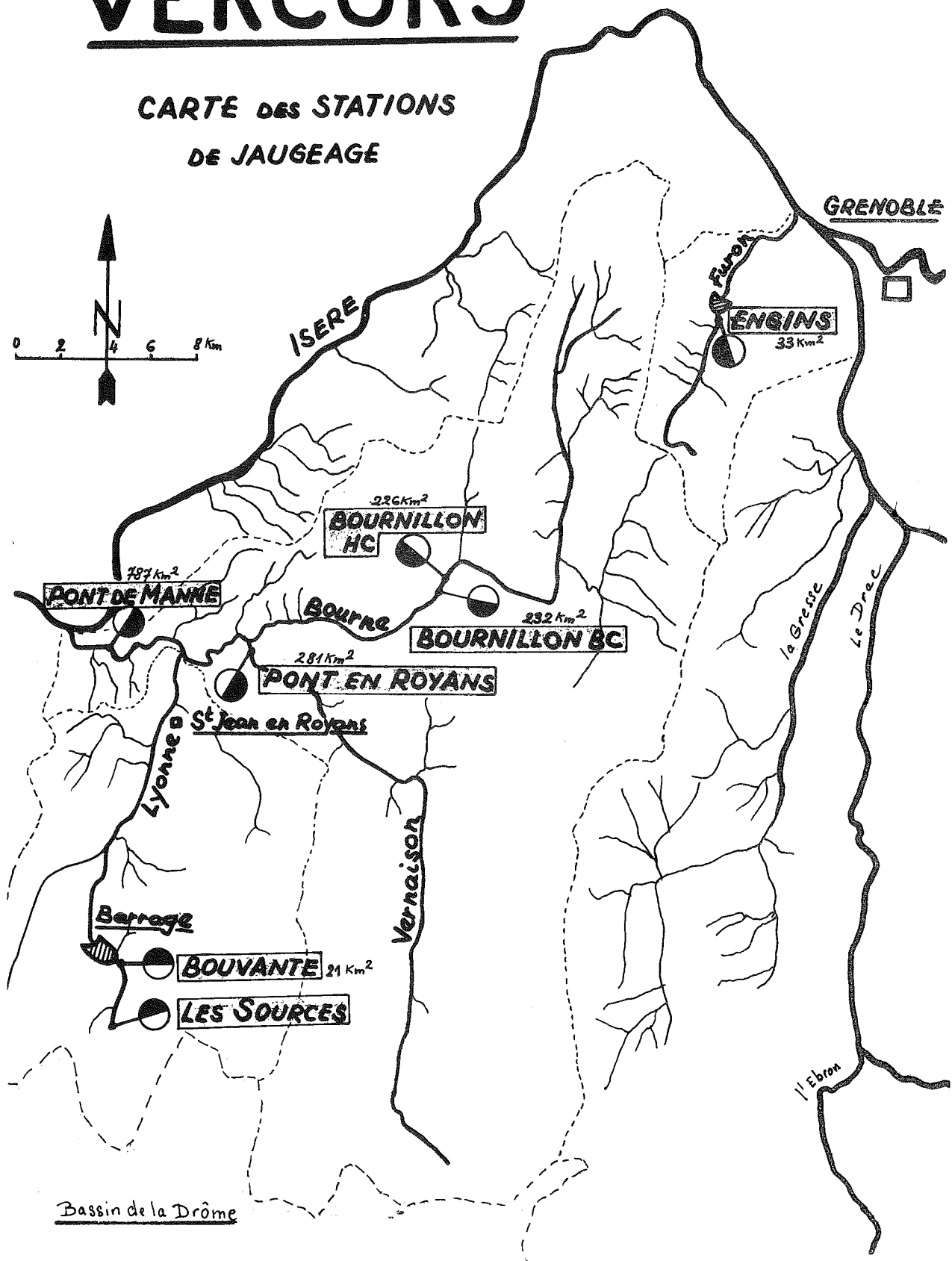
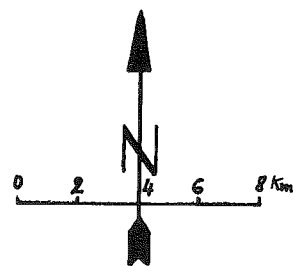
par H. ANDRE et M. AUDINET

SOMMAIRE

- Carte des stations de jaugeage.
- Quelques constatations sur les écoulements
  - Ecoulements de la Vernaison
  - Courbe de tarissement des sources de la Lyonne
- Fiches signalétiques succinctes sur les stations de mesure et résultats
  - Engins sur le Furon
  - Bournillon Haute Chute sur la Bourne
  - Pont-en-Royans sur la Vernaison
  - Les sources de la Lyonne
  - Bouvante sur la Lyonne
- Normales pluviométriques des stations du Vercors ( $P_2$ ).

# VERCORS

## CARTE DES STATIONS DE JAUGEAGE



## QUELQUES CONSTATATIONS SUR LES ECOULEMENTS

Les circulations karstiques qui existent dans le massif du Vercors rendent toute étude hydrologique délicate et toute conclusion doit être étayée par une étude hydrogéologique approfondie.

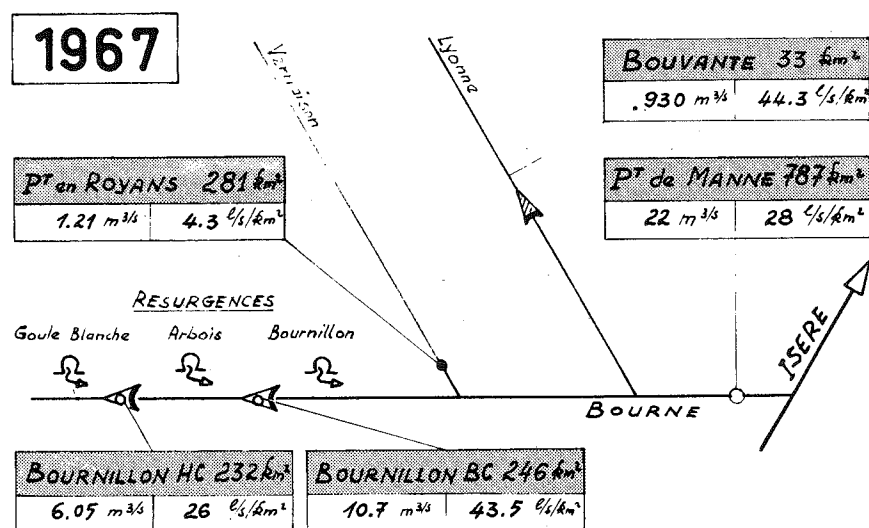
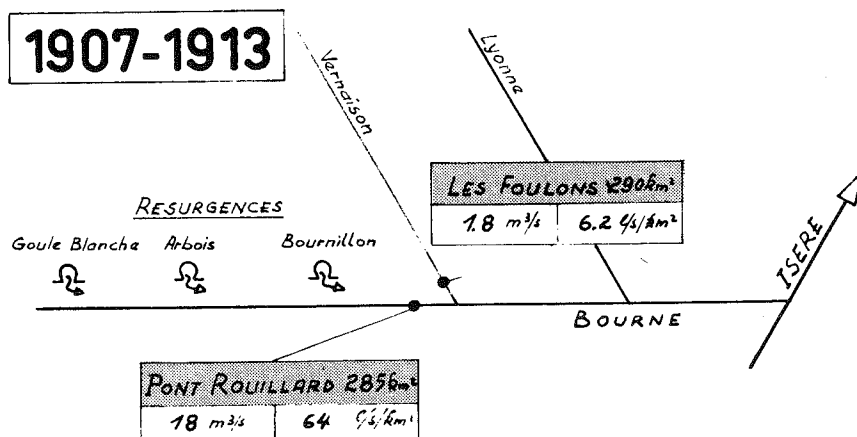
Le rôle de la Division Technique Générale au sein du Service de la Production Hydraulique étant de contrôler les apports réels en un point donné pour les projets d'aménagement ou de réaménagement de chutes et de fournir les éléments nécessaires aux études de corrélations pluies - débits pour des prévisions d'apports, cet exposé se limitera à quelques constatations sur les écoulements.

### I - ECOULEMENTS TRES DEFICITAIRES DE LA VERNAISON

Le module moyen annuel de la Vernaïson à Pont-en-Royans, c'est-à-dire le débit moyen annuel rapporté au bassin versant apparent de  $281 \text{ km}^2$ , est de  $5,35 \text{ l/s/km}^2$  pour la période 1965 - 1967. Une valeur de l'ordre de 25 à  $30 \text{ l/s/km}^2$ , comme pour le Furon ou la Haute Bourne serait plus normale. C'est-à-dire que les 4/5 des écoulements naturels du bassin versant disparaissent. Ce transfert souterrain des écoulements de la Vernaïson, dans la Bourne avait été mis en évidence par Messieurs BOURGIN et PARDE. Des stations de jaugeage, placées en différents points du cours d'eau et associées à des pluviomètres, permettraient une meilleure connaissance du phénomène par mise en évidence de discontinuités dans les apports aux diverses stations et de déterminer la part des pertes brutales et des pertes par infiltration au niveau du ruissellement élémentaire.

La vallée de la Bourne est caractérisée par de nombreuses résurgences ou "goules". Si l'on compare les écoulements mesurés en divers points on constate des discontinuités importantes. Ainsi, au barrage de la Balme, à la station de Bournillon Haute Chute les écoulements sont encore "normaux", bien qu'il existe en amont quelques sources parfois importantes (Goule Blanche). Le module moyen annuel pour la période 1963 - 1967 est de  $26,7 \text{ l/s/km}^2$  alors que pour la même période, à la prise d'eau de Bournillon Basse Chute, le module moyen annuel est de  $42,5 \text{ l/s/km}^2$ , pour une augmentation du bassin versant apparent de  $14 \text{ km}^2$  (246 au lieu de 232). Entre les deux points de mesure distants de 3 km, apparaissent les Sources d'Arbois.

Dans l'annuaire des Grandes Forces Hydrauliques on trouve les résultats de mesure aux stations de Pont Rouillard sur la Bourne et des Foulons sur la Vernaïson ; points très intéressants puisque contrôlant la totalité des bassins de la Bourne ( $285 \text{ km}^2$ ) et de la Vernaïson ( $290 \text{ km}^2$ ) en amont du confluent de ces deux rivières. Pour la période 1907 - 1913 le débit moyen annuel de la Bourne a été de  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $64 \text{ l/s/km}^2$ ) et celui de la Vernaïson de  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $6,2 \text{ l/s/km}^2$  ; valeurs discordantes en raison du transfert des écoulements de la Vernaïson vers la Bourne.



Les schémas montrent la nécessité de faire, en région karstique, des mesures de débits et des recherches sur le "bassin versant géologique" ; car des études basées uniquement sur les précipitations, les bassins versants et les écoulements spécifiques peuvent entraîner les conclusions erronées.

A l'aval, la station de jaugeage de Pont de Manne sur la Bourne est trop récente (1967) pour fournir des résultats de comparaison, cependant un bilan des écoulements de la Bourne a été tenté pour l'année 1967 dans le tableau suivant :

| Rivière   | Station                               | B. V. | Module l/s/km <sup>2</sup><br>1967 | Volume annuel écoulé<br>en millions de m <sup>3</sup> |
|-----------|---------------------------------------|-------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Bourne    | Bournillon Haute Chute                | 232   | 26.0                               | 191                                                   |
| Bourne    | Bournillon Basse Chute                | 246   | 43.5                               | 333                                                   |
| Vernaison | Pont-en-Royans                        | 281   | 4.3                                | 38.2                                                  |
| Lyonne    | Bouvante                              | 21    | 44.0                               | 29.2                                                  |
| Bourne    | Pont de Manne + Canal de<br>la Bourne | 787   | 28                                 | 697                                                   |

Les bassins versants apparents partiels donnent des écoulements excédentaires pour la Bourne à Bournillon Basse Chute et la Lyonne à Bouvante et déficitaire pour la Vernaison à Pont-en-Royans. Alors que le bassin versant total de la Bourne, contrôlé au Pont de Manne, donne un écoulement normal.

Ce bilan d'une année montre les transferts souterrains des écoulements d'un bassin intermédiaire à un autre, à l'intérieur du bassin de la Bourne. Une série d'observations plus longue permettrait peut-être de contrôler "l'étanchéité" du bassin total de la Bourne.

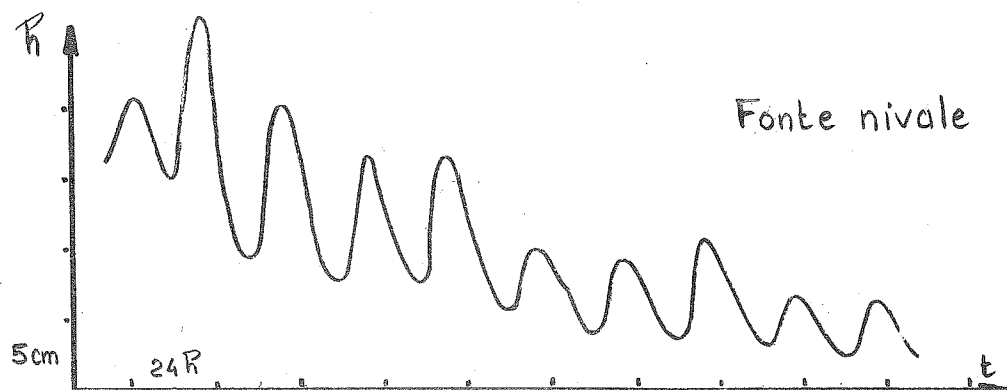
## II - COURBE DE TARISSEMENT DES SOURCES DE LA LYONNE

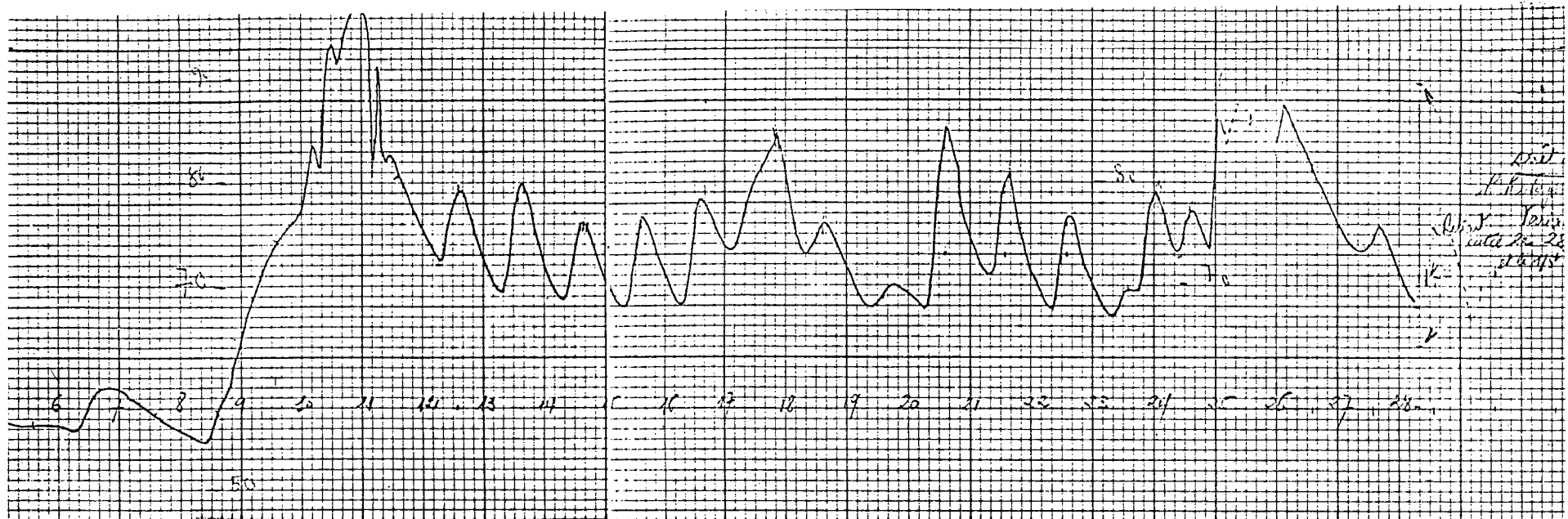
La station de jaugeage contrôle la résurgence même et n'est pas influencée par des écoulements parasites. L'examen des enregistrements conduit aux constatations suivantes :

### II. 1 - Faible pouvoir de rétention du réseau souterrain

On le constate en période de fonte nivale où le débit est périodique avec un maximum en 24 heures ou sur orage, l'augmentation du débit est alors brutale et la décroissance rapide.

Ces réactions aux phénomènes météorologiques sont semblables à celles que l'on constate aux stations de jaugeage contrôlant un bassin normal.





Les Sources de la Lyonne

Fonte nivale

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

Don't forget to check the level of the water in the river at the end of the month.

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

The image displays two hydrographs on a grid background. The top hydrograph, labeled 'Août & Septembre 1961', shows a relatively stable discharge level around 100 l/s, with a 24-hour scale indicated. The bottom hydrograph, labeled 'Juillet & Août 1964', shows a similar steady flow but with a significant peak reaching 75 l/s, and a 65 l/s scale indicated. Both graphs include a horizontal axis representing time and a vertical axis representing discharge in liters per second (l/s).

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

Don't forget to check the scale on the right side of the graph.

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

Don't forget to check the scale on the right side of the graph.

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

Don't forget to check the scale on the right side of the graph.

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

Don't forget to check the scale on the right side of the graph.

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

The image displays two hydrographs on a grid background. The top hydrograph, labeled 'Août & Septembre 1961', shows a relatively stable discharge level around 100 l/s, with a 24-hour scale indicated. The bottom hydrograph, labeled 'Juillet & Août 1964', shows a similar steady flow but with a significant peak reaching 75 l/s, and a 65 l/s scale indicated. Both graphs include a horizontal axis representing time and a vertical axis representing discharge in liters per second (l/s).

# Les SOURCES de la LYONNE

Août & Septembre 1961

100 l/s

24h

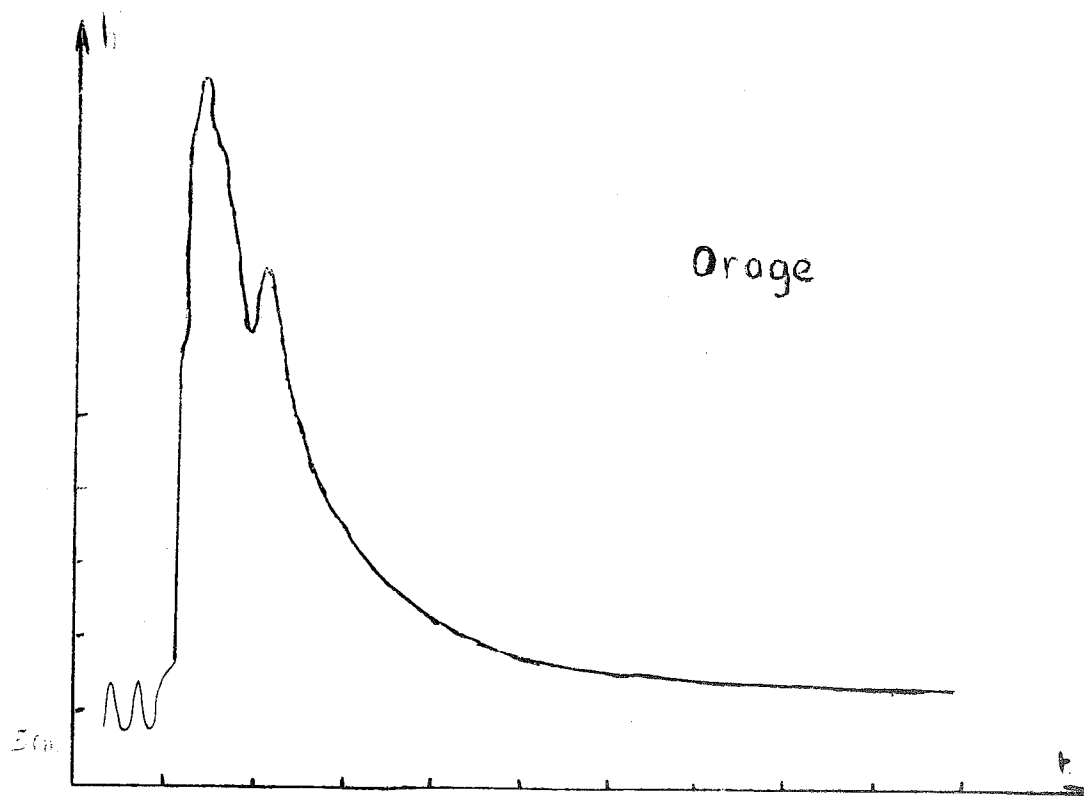
Juillet & Août 1964

90 l/s

65 l/s

75 l/s

Don't forget to check the level of the water in the river at the end of the day.



Cette grande irrégularité des débits caractérise les sources des régions calcaires.

## II. 2 - Alimentation oscillatoire de la source

Pendant la période sèche, le débit de la source décroît progressivement et à partir d'une certaine valeur on remarque sur l'enregistrement des oscillations entretenues qui traduisent les variations périodiques du débit. Ce phénomène disparaît quand le débit diminue ou augmente par suite d'un orage.

Ce phénomène, d'une grande régularité, a été constaté tous les ans, mais en particulier lors des étés très secs de 1961 et 1964 où les oscillations ont pu être enregistrées durant un mois.

Dans tous les cas, on remarque que les oscillations commencent et cessent pour des valeurs bien déterminées du débit 90 l/s et 75 l/s.

Les oscillations ont une période de 7 h 15 mn et une amplitude de 35 l/s (de 65 l/s à 100 l/s).

Une explication de ces oscillations peut être tentée sur le schéma hydraulique suivant : la source est l'exutoire d'une capacité alimentée par un réseau drainant et un siphon. Le réseau drainant fournirait la composante continue du débit et le siphon la composante alternative.

Lorsque le débit de la source décroît, mais est supérieur à 90 l/s, le siphon est en charge et fournit un débit continu qui s'ajoute au débit du réseau drainant. Le débit total décroît progressivement (zone A). Quand le débit atteint 90 l/s la part de ce débit provenant du siphon n'est plus suffisante pour l'alimenter et le siphon se désamorce. La source n'est plus alimentée que par le réseau drainant. La capacité en amont du siphon se remplit et le siphon se réamorce. La source est alimentée par le réseau drainant et le siphon. Mais le débit du siphon est supérieur au débit alimentant la capacité amont. Celle-ci se vide. Le siphon se désamorce (zone B). Ensuite le débit alimentant le siphon n'est plus



suffisant pour que celui-ci s'amorce, il fonctionne alors en écoulement partialisé, il fournit alors un débit continu qui se superpose au débit du réseau drainant, les oscillations cessent et le débit de la source devient continu (zone C).

Les cycles d'amorçage et de désamorçage d'un siphon entraînent des variations rapides du débit. Sur l'enregistrement les variations sont trop progressives pour ne pas penser qu'une capacité tampon amortisse le phénomène.

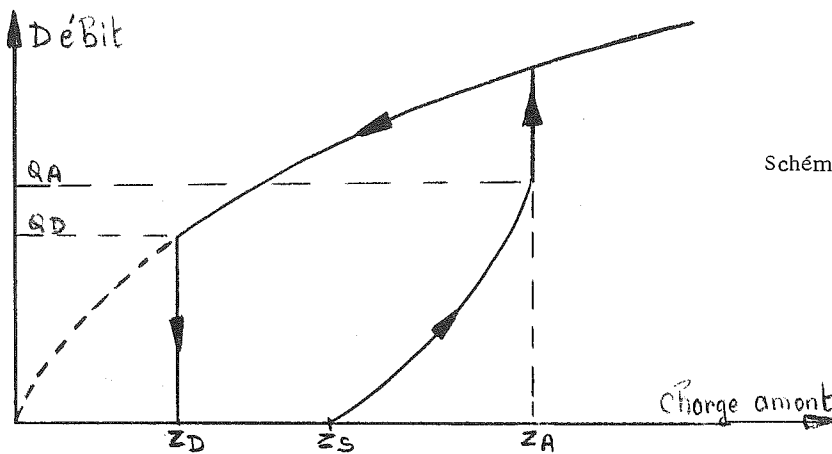
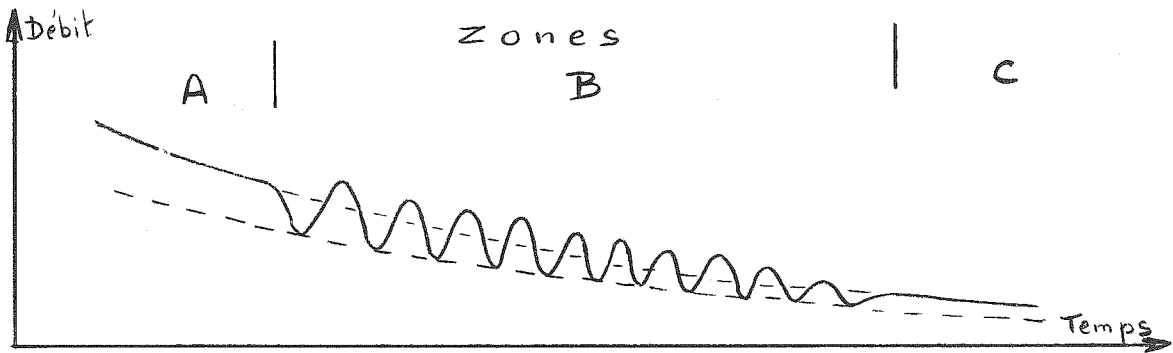


Schéma de fonctionnement d'un siphon

- Zs - cote du seuil
- ZA - cote d'amorçage
- ZD - cote de désamorçage
- QA - débit d'amorçage
- QD - débit de désamorçage

Une observation patiente par enregistrement du débit d'une source (et on peut regretter que des difficultés d'accès n'aient pas permis d'avoir un enregistrement avec une échelle de temps plus grande) peut permettre de fournir un schéma hydraulique de principe du réseau souterrain l'alimentant.

STATION      ENGIN  
RIVIERE      LE FURON

### SITUATION

La station est située à 835 m d'altitude, en amont immédiat de la retenue d'Engins, prise d'eau de l'usine de Sassenage, elle contrôle les apports naturels d'un bassin versant apparent de 33 km<sup>2</sup>.

### SENSIBILITE ET PRECISION ESPEREE

- Seuil aménagé, une seule courbe de tarage.
- Une variation de 1 cm à l'échelle limnimétrique représente une variation voisine de :
  - 15 % en débit aux environs de .15 m<sup>3</sup>/s
  - 3 % en débit aux environs de 1 m<sup>3</sup>/s
  - 3 % en débit aux environs de 6 m<sup>3</sup>/s

### PERIODE DE DEBITS CONNUS

- Station mise en service en mai 1962.
- Exploitation arrêtée le 31 décembre 1966.

### RESULTATS

- Débit minimal enregistré : .107 m<sup>3</sup>/s
- Débit maximal enregistré : 9.70 m<sup>3</sup>/s
- Module moyen annuel : 28.3 l/s/km<sup>2</sup> soit 900 mm
- Débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/s pour 1963 - 1966

|                              | J    | F    | M    | A    | M    | J    | Jt   | A    | S    | O    | N    | D    | Moyenne annuelle |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1963-66<br>m <sup>3</sup> /s | .745 | .865 | 1.55 | 2.35 | 1.73 | .675 | .350 | .343 | .535 | .428 | .675 | .975 | .935             |

# LE FURON A ENGIN

Débits moyens journaliers classés

1963 - 1966

BV : 33 Km<sup>2</sup>

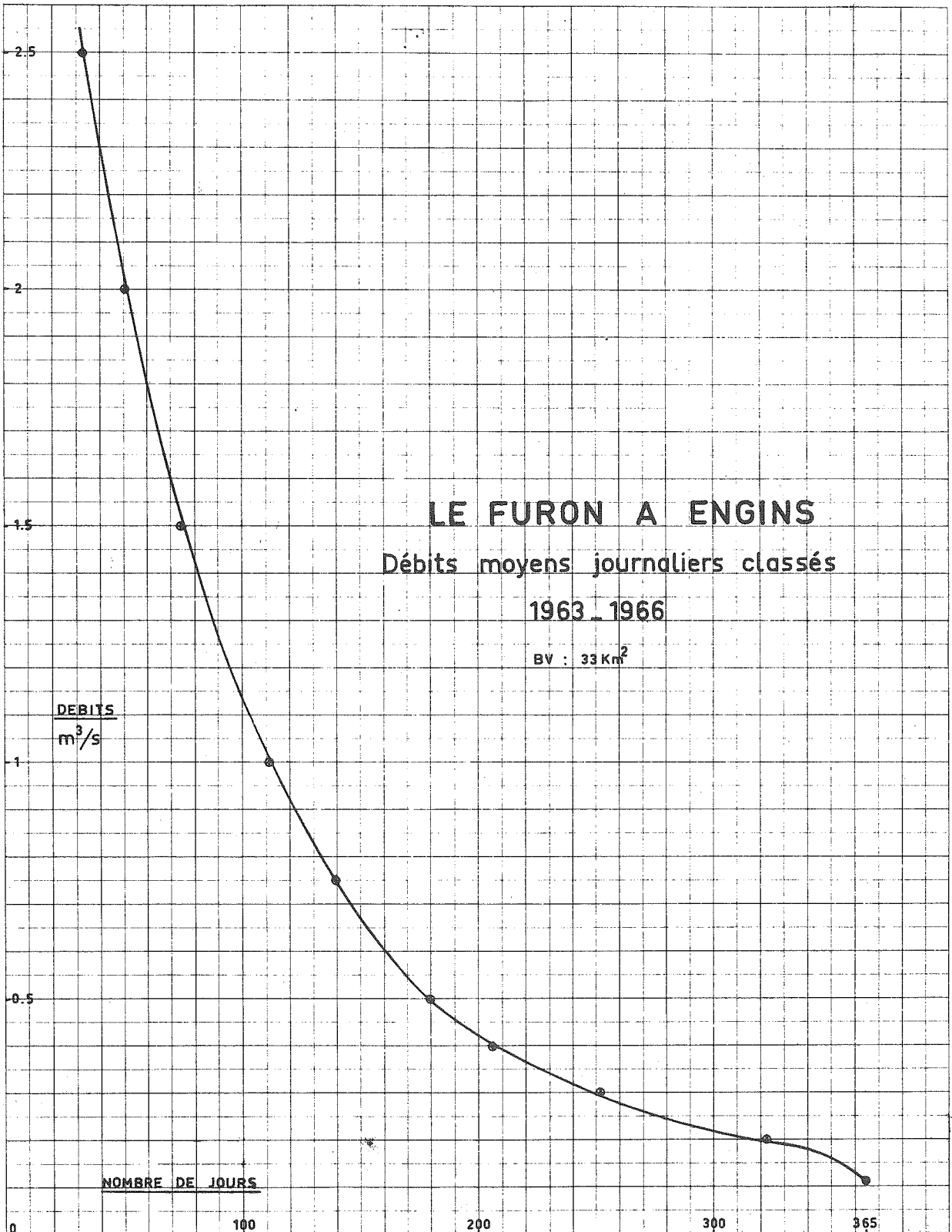
DEBITS  
m<sup>3</sup>/s

NOMBRE DE JOURS



- E. D. F. - DIVISION TECHNIQUE GÉNÉRALE -

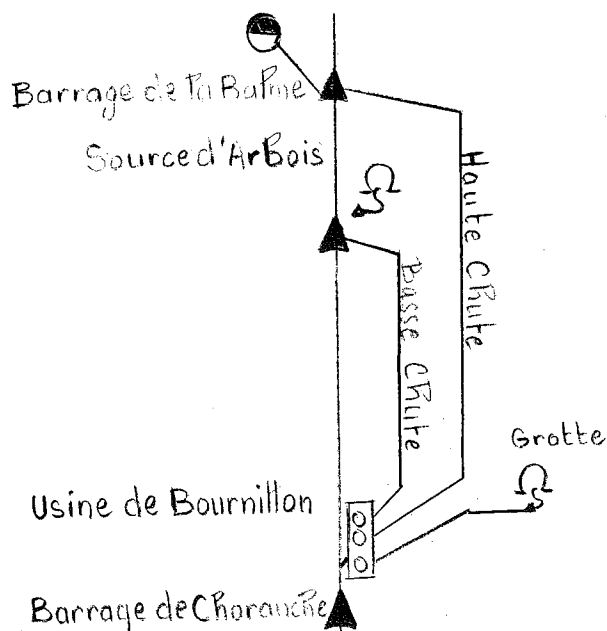
A - AL9.47.1/68



STATION BOURNILLON HAUTE CHUTE

RIVIERE BOURNE

SITUATION



La station contrôle les apports naturels de la Bourne au barrage de la Balme, à l'altitude de 626 m, pour un bassin versant apparent de 232 km<sup>2</sup>.

Une station limnigraphique contrôle les déversements au barrage de la Balme. Les débits turbinés sur la Haute Chute sont connus à partir de la production d'énergie du groupe et d'un équivalent m<sup>3</sup>/kWh unique.

Les débits publiés, sommes des débits turbinés et déversés, sont légèrement influencés par le débit restitué en permanence au barrage.

SENSIBILITE ET PRECISION ESPEREE

a) Débits déversés

- Seuil aménagé, une seule courbe de tarage.
- Une variation de 1 cm à l'échelle limnimétrique représente une variation voisine de :
  - 5 % en débit aux environs de 4 m<sup>3</sup>/s
  - 2 % en débit aux environs de 20 m<sup>3</sup>/s
  - 1 % en débit aux environs de 100 m<sup>3</sup>/s

- b) - Le calcul des débits turbinés est fait à partir de la production journalière du groupe et d'un équivalent m<sup>3</sup>/kWh unique.

PERIODE DE DEBITS CONNUS

- Station mise en service en janyier 1962.

RESULTATS

- Débit minimal enregistré : 338 m<sup>3</sup>/s
- Débit maximal enregistré : 85 m<sup>3</sup>/s
- Module moyen annuel : 26.7 l/s/km<sup>2</sup> soit 840 mm
- Débits moyens mensuels 1963 - 1967

|                              | J    | F    | M    | A    | M    | J    | Jt   | A    | S    | O    | N    | D    | Moyenne annuelle |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1963-67<br>m <sup>3</sup> /s | 4.80 | 5.20 | 11.1 | 15.5 | 12.2 | 6.35 | 2.58 | 1.94 | 2.93 | 2.09 | 4.32 | 5.40 | 6.20             |

STATION      PONT-EN-ROYANS

RIVIERE      LA VERNAISON

SITUATION

La station est située sur la Verneison au droit de l'usine hydroélectrique de Pont-en-Royans, en amont de son confluent avec la Bourne. Elle contrôle les apports naturels d'un bassin versant apparent de 281 km<sup>2</sup>.

SENSIBILITE ET PRECISION ESPEREE

- En rivière non aménagée, stabilité moyenne de la courbe de tarage.
- Une variation de 1 cm à l'échelle limnimétrique représente une variation voisine de :
  - 25 % en débit aux environs de .2 m<sup>3</sup>/s
  - 6 % en débit aux environs de 1.8 m<sup>3</sup>/s
  - 2 % en débit aux environs de 15 m<sup>3</sup>/s

PERIODE DE DEBITS CONNUS

- La station est exploitée depuis mai 1964.

RESULTATS

- Débit minimal enregistré : .120 m<sup>3</sup>/s
- Débit maximal enregistré : 20 m<sup>3</sup>/s
- Module moyen annuel : 5.35 l/s/km<sup>2</sup> soit 170 mm
- Débits moyens mensuels 1965 - 1967.

|                                | J   | F    | M   | A    | M    | J    | Jt   | A    | S    | O    | N    | D    | Moyenne annuelle |
|--------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1965-1967<br>m <sup>3</sup> /s | 1.7 | 1.97 | 2.3 | 2.76 | 2.30 | 1.40 | .765 | .333 | .590 | .515 | 1.41 | 2.02 | 1.50             |

STATION LES SOURCES

RIVIERE LA LYONNE

SITUATION

Cette station est située aux sources même de la Lyonne, résurgence au pied d'une falaise, elle contrôle les apports d'un bassin inconnu.

SENSIBILITE ET PRECISION ESPEREE

- Seuil aménagé, une seule courbe de tarage.
- Une variation de 1 cm à l'échelle limnimétrique représente une variation voisine de :
  - 12 % en débit aux environs de :  $.1 \text{ m}^3/\text{s}$
  - 8 % en débit aux environs de  $..8 \text{ m}^3/\text{s}$
  - 5 % en débit aux environs de 10  $\text{m}^3/\text{s}$

PERIODE DE DEBITS CONNUS

- Station mise en service en mai 1960.
- Exploitation arrêtée le 31 décembre 1966.

RESULTATS

- Débit minimal enregistré :  $.043 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit maximal enregistré :  $14 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débits moyens mensuels en  $\text{m}^3/\text{s}$  pour 1961 - 1966.

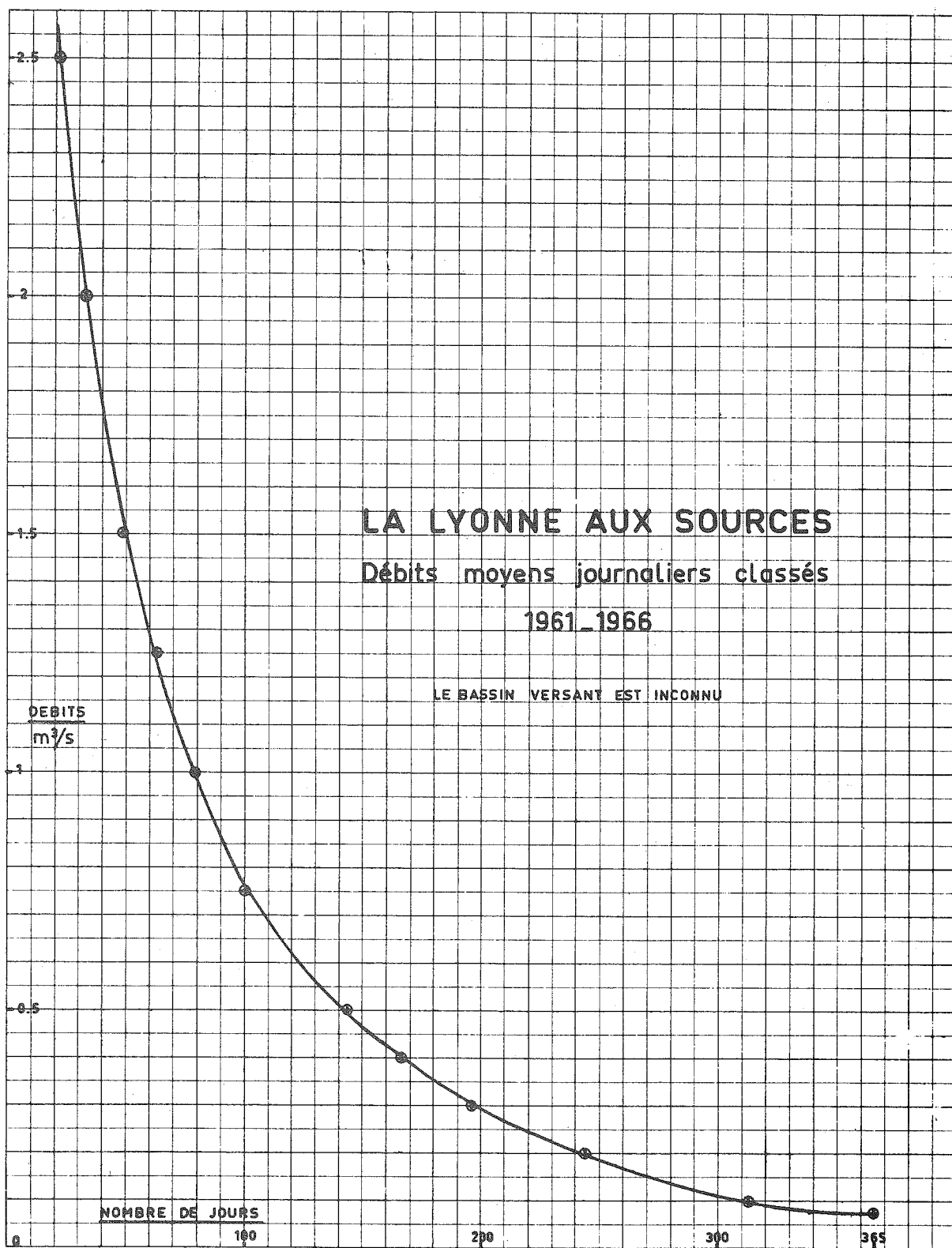
|                                    | J    | F    | M    | A    | M    | J    | Jt   | A    | S    | O    | N    | D    | Moyenne annuelle |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1961-1966<br>$\text{m}^3/\text{s}$ | .535 | .760 | 1.37 | 2.03 | .920 | .498 | .184 | .214 | .345 | .416 | .720 | .705 | .720             |

# LA LYONNE AUX SOURCES

Débits moyens journaliers classés

1961-1966

LE BASSIN VERSANT EST INCONNU



STATION BOUVANTE

RIVIERE LA LYONNE

SITUATION

La station est située en amont du village de Bouvante le Haut, elle contrôle les apports naturels d'un bassin versant apparent de 21 km<sup>2</sup>, auquel il faut ajouter un bassin inconnu.

SENSIBILITE ET PRECISION ESPEREE

- Seuil aménagé, stabilité moyenne du tarage.
- Une variation de 1 cm à l'échelle limnimétrique représente une variation voisine de :
  - 10 % en débit aux environs de .1 m<sup>3</sup>/s
  - 10 % en débit aux environs de 1.2 m<sup>3</sup>/s
  - 3 % en débit aux environs de 10 m<sup>3</sup>/s

PERIODE DE DEBITS CONNUS

- La station est exploitée depuis 1936, mais jusqu'en 1958 les débits n'ont pas été calculés au-delà de .5 m<sup>3</sup>/s

RESULTATS

- Débit minimal enregistré : .063 m<sup>3</sup>/s
- Débit maximal enregistré : 18.5 m<sup>3</sup>/s
- Module moyen annuel : 52;5 l/s/km<sup>2</sup> soit 1650 mm
- Débits moyens mensuels de 1958 à 1967.

|                                | J    | F    | M    | A    | M    | J    | Jt   | A    | S   | O    | N   | D    | Moyenne annuelle |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------------------|
| 1958-1967<br>m <sup>3</sup> /s | .965 | 1.08 | 2.07 | 2.44 | 1.33 | .735 | .298 | .288 | .49 | .975 | 1.4 | 1.23 | 1.1              |



NORMALES PLUVIOMETRIQUES

en mm

{ M<sub>2</sub> : 1936 - 1965  
M<sub>1</sub> : 1956 - 1965

VERCORS

| NOM DE LA STATION    | Altitude | Bassin Versant |                | J   | F   | M   | A   | M   | J   | Jt  | A   | S   | O   | N   | D   | ANNEE |
|----------------------|----------|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| PONT-EN-ROYANS       | 200      | Bourne         | M <sub>2</sub> | 60  | 61  | 66  | 86  | 101 | 100 | 69  | 97  | 113 | 95  | 81  | 68  | 1003  |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 52  | 53  | 94  | 99  | 74  | 93  | 67  | 105 | 112 | 96  | 80  | 81  | 1011  |
| LENTE                | 1080     | Cholet         | M <sub>2</sub> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 76  | 85  | 140 | 158 | 115 | 122 | 84  | 114 | 139 | 138 | 127 | 135 | 1438  |
| SAINT-JEAN-EN-ROYANS | 325      | Lyonne         | M <sub>2</sub> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 53  | 58  | 98  | 91  | 70  | 93  | 58  | 89  | 116 | 98  | 88  | 86  | 1001  |
| ENGINS               | 850      | Furon          | M <sub>2</sub> | 109 | 108 | 90  | 89  | 104 | 106 | 83  | 101 | 117 | 108 | 116 | 121 | 1258  |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 91  | 92  | 123 | 107 | 95  | 105 | 107 | 102 | 118 | 126 | 91  | 137 | 1299  |
| VILLARD DE LANS      | 1050     | Bourne         | M <sub>2</sub> | 102 | 105 | 80  | 86  | 111 | 104 | 77  | 106 | 118 | 105 | 121 | 117 | 1236  |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 92  | 97  | 105 | 106 | 94  | 103 | 90  | 107 | 119 | 134 | 96  | 135 | 1282  |
| AUTRANS              | 1090     | Bourne         | M <sub>2</sub> | 109 | 118 | 96  | 109 | 135 | 137 | 101 | 125 | 140 | 112 | 114 | 129 | 1425  |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 100 | 102 | 132 | 134 | 123 | 136 | 108 | 124 | 126 | 135 | 94  | 143 | 1460  |
| BOURNILLON           | 310      | Bourne         | M <sub>2</sub> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|                      |          |                | M <sub>1</sub> | 75  | 74  | 112 | 108 | 93  | 100 | 80  | 93  | 120 | 118 | 82  | 104 | 1165  |

OBSERVATIONS A: LA NOTE DE MM. ANDRE et AUDINET : BONNET André : Fédération Française de Spéléologie

L'explication de l'intermittence du débit de la Lyonne que vous donnez est celle qui a été démontrée pour la résurgence de Fontesorbe: elle paraît valable pour la partie du diagramme où le débit est compris entre 90 l/s et 75 l/s mais une autre zone d'oscillation apparaît sur le graphique que vous présentez en séquelle d'une crue. Dans cette zone les oscillations ont lieu pour d'autres valeurs très différentes de celles retenues dans le premier cas. Comment expliquez-vous cette différence des valeurs d'apparition du phénomène dans ces deux cas ?

---

"SUR QUELQUES MANIFESTATIONS KARSTIQUES OBSERVEES LORS DE LA PERFORATION DU TUNNEL DU MORTIER"

(vallon de l'Achard) par P. ANTOINE.

Le percement du tunnel du Mortier a révélé dans la masse supérieure de l'Urgonien (au-dessus de la couche à Orbitolines) une karstification importante.

La manifestation la plus spectaculaire fut une galerie à peu près perpendiculaire à l'axe du tunnel, recoupée en février 1966, longue d'environ 200 m pour sa partie la plus facilement accessible.

Cette galerie orientée par deux plans de cassure subverticaux distants d'environ 6 m était absolument sèche. Le radier de la galerie en dehors des zones couvertes de débris, ou de blocs éboulés révélait par places des bancs de limons visiblement abandonnés par un courant liquide. Par ailleurs des communications avec la surface, sous forme de fissures ou de puits étaient visibles en plusieurs points.

L'extrémité ouest de la galerie montrait ainsi une sorte de cheminée verticale occupée par une cascade pétrifiée remarquable.

Aucune communication facilement accessible avec un réseau plus profond n'a pu être mise en évidence, malgré de nombreux indices : pertes plus que probables des débits infiltrés à la fonte des neiges. Courant d'air assez violent dans certaines fissures rencontrées quelques mètres auparavant. Signalons à ce propos qu'une de ces fissures fut reconnue par J. BERGER jusqu'à une profondeur d'une quarantaine de mètres sous le radier du tunnel. La progression fut stoppée par les déblais d'une volée qui obstruaient la partie basse.

## QUELQUES PRECISIONS SUR L'HYDROGEOLOGIE DU VERCORS MERIDIONAL

par Hubert ARNAUD

Les grands plateaux du Vercors méridional, qui s'étalent largement au Sud de la Bourne et surtout de la Vernaïson constituent un ensemble géographique et géologique extrêmement bien marqué, assez différent des autres parties du massif et les relations entre la morphologie, la géologie et l'hydrologie y sont particulièrement étroites.

La plupart des grands problèmes hydrogéologiques sont bien connus depuis les travaux, déjà anciens, de E.A. MARTEL et A. BOURGIN et ceux, plus récents, de nombreux groupes de spéléologues. Nous nous proposons de faire le point des connaissances actuelles sur ces problèmes et d'y apporter quelques précisions rendues possibles par l'étude géologique en surface de cette région.

### A. - LES CONDITIONS GEOLOGIQUES

#### 1. La série stratigraphique

La géologie du Vercors méridional est dominée par l'existence des calcaires urgoniens qui affleurent sur plus de 82 % de la région étudiée. Ils sont le siège d'importants phénomènes de dissolution et de circulation souterraine, le niveau de base de celle-ci étant représenté par les couches calcaro-argileuses sous-jacentes du Barrémien inférieur et de l'Hauterivien.

Au Nord, les calcaires urgoniens sont identiques à ceux du Vercors septentrional. La discontinuité des couches marneuses ou "couches à Orbitolines" et l'envahissement de toute la série par le faciès "calcaire à Rudistes" rend malaisée toute distinction en deux masses. Par contre, d'importantes variations de faciès se produisent à mesure que l'on se rapproche du rebord méridional. Une couche calcaro-argileuse qui se poursuit vers le Nord jusqu'à la latitude de Lente sépare l'Urgonien en deux parties. Les faciès classiques à Rudistes ne subsistent plus que dans la partie supérieure, alors que la partie inférieure est envahie progressivement par l'apparition de calcaires à débris et de calcaires à silex souvent lités, renfermant des intercalations marneuses et de ce fait, beaucoup moins favorables aux circulations karstiques.

Ces variations de faciès et l'existence de zones marneuses continues sur d'assez grandes distances permettent d'expliquer un certain nombre de résurgences (en particulier celle de Brudour).

La vallée de la Vernaïson et ses annexes (plateaux de la Chapelle et de Saint-Martin-en-Vercors) est remplie, par contre, par des sédiments du Crétacé moyen (sables, marnes gréseuses et calcaires à entroques) et du Crétacé supérieur (calcaires et calcaires gréseux) auxquels viennent s'ajouter quelques dépôts quaternaires (éboulis et moraines). Ces dernières formations renferment quelques petites nappes phréatiques qui alimentent des sources nombreuses, mais de faible débit.

#### 2. La Tectonique

La carapace urgonienne des plateaux méridionaux du Vercors est accidentée par quelques plis d'axe nord-sud et par un extraordinaire réseau de failles et de diaclases.

- Les plis sont peu nombreux et déterminent le relief conforme caractéristique de cette zone.

D'Ouest en Est on rencontre :

- l'anticlinal Serre de Montué - Serre de Pélandré,
- l'anticlinal Puy de la Gagère - Montagne de l'Arp,
- le synclinal médian du Vercors ou synclinal de la Vernaïson.

Entre ces différents plis s'étalent largement des aires à valeur synclinale où les pendages sont généralement faibles. On distingue :

- l'aire synclinale Font-d'Urle-Lente à l'Ouest,
- l'aire synclinale de Vassieux au centre,
- l'aire synclinale de la forêt domaniale du Vercors à l'Est, entre la vallée de la Vernaïson et la falaise orientale redressée du massif.

L'ensemble de ces mouvements est assez fortement relevé vers le Sud à l'approche de l'aire anticlinale de Die, ce qui détermine l'écoulement général vers le Nord des eaux d'infiltration.

- Les failles et les diaclases très nombreuses peuvent être groupées en quatre faisceaux de direction sensiblement nord-sud ; est-ouest ; nord est-sud ouest et nord ouest-sud est. L'accident morphologiquement le plus important étant la faille de la Roche du Mas qui surélève considérablement son compartiment sud.

## B. - LES GRANDS TRAITS DE L'HYDROGEOLOGIE

Le Vercors est un massif relativement bien arrosé qui reçoit annuellement une quantité d'eau et de neige évaluée à 1350 mm en moyenne. Cette valeur moyenne est largement dépassée et atteint facilement 2 000 mm/an sur les hauts plateaux.

Malgré l'importance des précipitations, plus de 80 % de l'eau s'infiltré immédiatement et le Vercors méridional n'est drainé superficiellement que par une seule rivière pérenne, la Vernaïson grossie par le Buyèche. Leur bassin d'alimentation représente moins du quart de la superficie totale, alors que les trois-quarts de cette dernière ne présentent aucun écoulement aérien, hormis le ruisseau du Brudour dans la forêt de Lente, mince filet d'eau qui a bien du mal à couler sur quelques centaines de mètres avant de se perdre par infiltration.

Les infiltrations annuelles très importantes en volume et les fortes dissolutions qui les accompagnent ont creusé peu à peu un inextricable fouillis de grottes, de "scialets" et de galeries souterraines plus ou moins reliées entre elles, donnant à cette région l'aspect d'un énorme château d'eau par où l'eau s'échappe sur le versant nord en de grandes résurgences au débit tellement considérable que certaines sont exploitées pour la fabrication de l'énergie hydro-électrique.

Ce vaste réseau peut être divisé en deux zones :

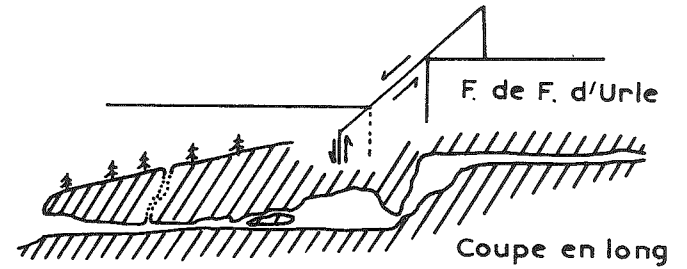
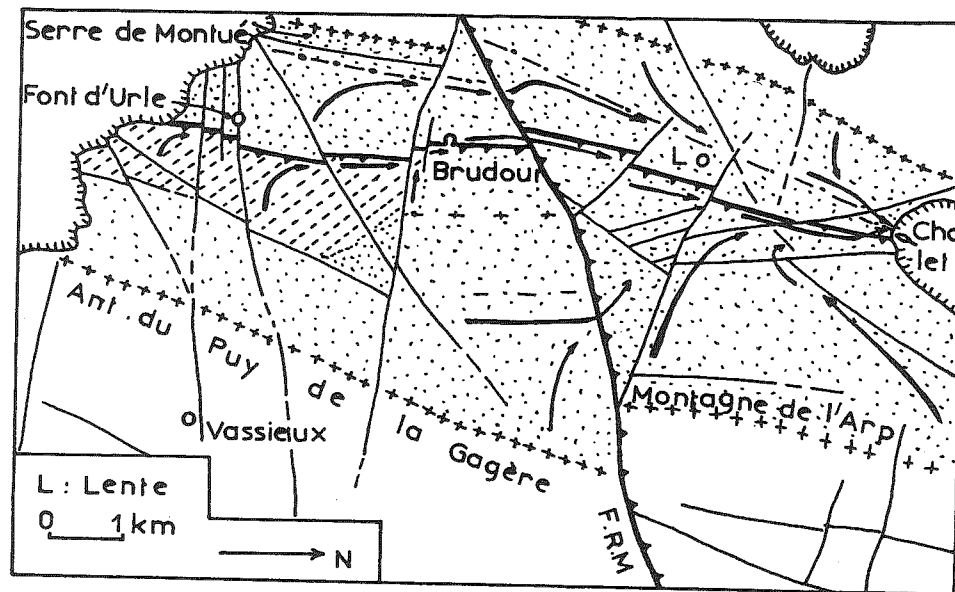
- A l'Ouest, le réseau du Brudour-Cholet occupe l'emplacement de la forêt de Lente.
- A l'Est, le réseau connu depuis A. BOURGIN sous le nom de "Vernaïson souterraine". A cet ensemble correspond également un certain nombre de résurgences alimentées par un bassin versant local (Combemale, l'Aduin-Déramats...). Il aboutit au complexe-sources d'Arbois-Bournillon, dans la vallée de la Bourne.

## C. - LE RESEAU DU BRUDOUR-CHOLET (fig. 1)

Au cœur de la forêt de Lente, le ruisseau du Brudour, seul cours d'eau pérenne de la région, sort du porche majestueux de la grotte du même nom et va se perdre par infiltration après avoir parcouru péniblement quelques centaines de mètres. Lors des crues, les eaux arrivent jusqu'aux alentours de la ferme du Mandement, à Lente, où elles s'accumulent au fond d'un "pot" en un petit lac temporaire qui disparaît par infiltration. C'est ce phénomène qui avait frappé E.A. MARTEL à la fin du siècle dernier au cours de ses premières explorations spéléologiques de la région. Il devait bientôt en faire la relation avec l'importante résurgence du Cholet au fond de la grotte du Brudour. La coloration ainsi qu'il déversa, le 13 juillet 1896 une certaine quantité de fluorescéine dans le ruisseau du Brudour. La coloration ressortit 22 heures plus tard à la source du Cholet. Après une campagne d'exploration de la grotte du Brudour, le même auteur eut l'intuition que les eaux provenaient de la région de Font-d'Urle en raison de l'orientation des galeries.

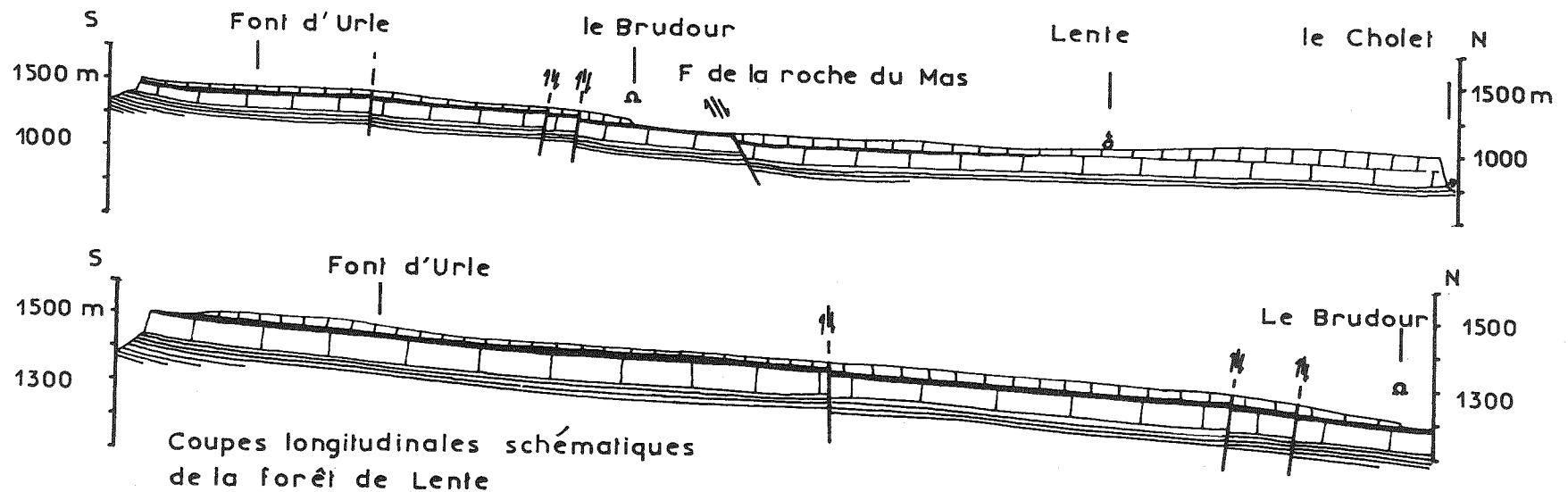
FIG. 1

LE RESEAU BRUDOUR-CHOLET



Legende

- |       |  |                   |  |                       |
|-------|--|-------------------|--|-----------------------|
| Carte |  | Réseau du Cholet  |  |                       |
|       |  | Réseau du Brudour |  |                       |
| Coupe |  | Urgonien sup.     |  | Urg. inf.             |
|       |  | calc. argileux    |  | Bar. inf. Hauterivien |



Beaucoup plus tard, on déversa de la fluorescéine dans le scialet de Font-d'Urle. La coloration ressortit le 14 décembre 1963 à la ferme du Mandement alimentée en eau par un captage du Brudour. L'existence d'une vaste rivière souterraine s'étendant sur plus de neuf kilomètres entre Font-d'Urle et le Cholet était prouvée. Une notable partie de cette rivière circule au sein des calcaires urgoniens et non pas à leur base (réseau du Brudour) et il convient d'en donner l'explication géologique.

#### 1. Le bassin d'alimentation du Brudour

Dans la région de Font-d'Urle, les calcaires urgoniens sont séparés en deux parties par une assise de calcaires argileux et de marnes qui affleurent sur le rebord méridional du plateau. Cette assise est continue sur quelques kilomètres en direction du Nord où elle est visible le long du ruisseau du Brudour en amont de la faille de la Roche du Mas et dans la grotte elle-même dont elle forme le plancher imperméable. Les galeries explorées de cette dernière sont exactement à la limite de cette assise et des calcaires blancs de la masse supérieure et il est évident que nous avons là un niveau de base local, continu entre Font-d'Urle et la grotte du Brudour, différent du niveau de base principal Barrémien inférieur.

Les eaux, s'infiltrant dans les calcaires massifs, très diaclasés et lapiazés de Font-d'Urle, suivent l'assise argileuse et ont tendance à s'écouler en direction de l'axe synclinal qui borde le Serre de Montué immédiatement à l'Est. La circulation de l'eau, dirigée du Sud Est au Nord Ouest suivant le pendage des couches est arrêtée par la grande faille méridienne de Font-d'Urle, abaissant son compartiment est. Dès lors, au lieu de cheminer jusqu'à l'axe synclinal, l'eau longe cet obstacle jusqu'à la grotte du Brudour où elle ressort. De nombreuses failles transversales recoupent la faille de Font-d'Urle et perturbent l'écoulement normal. Le tracé des galeries du Brudour nous montre qu'elles sont plus ou moins rectilignes dans le plan de la faille de Font-d'Urle, puis elles dessinent un "Z" au niveau d'une faille transversale coulissante visible en surface. Ce phénomène s'accompagne de la surélévation de la partie sud de la galerie, le niveau de base marneux ayant été relevé par la faille (cf. fig. 1).

Les seuls chiffres en notre possession mentionnent un débit d'étiage du Brudour égal à 5-10 l/s, ce qui correspondrait à un bassin versant de 1 à 1,5 km<sup>2</sup> en tenant compte du débit d'étiage moyen par kilomètre carré calculé par A. BOURGIN (le chiffre exact donné par cet auteur est de 7,08 l/s/km<sup>2</sup>). Le bassin versant du Brudour étant cartographiquement plus étendu, nous devons penser qu'une notable proportion des eaux s'infiltrer plus profondément jusqu'au niveau de base principal Barrémien inférieur et rejoint directement le réseau du Cholet. Ce phénomène est rendu possible par l'abondance des fractures et bien que la masse inférieure de l'Urgonien, avec ses calcaires lités et ses joints marneux ne soit pas très favorable aux circulations souterraines. Cette hypothèse semble confirmée par l'observation d'une perte dans les galeries du Brudour observée par le Groupe Spéléologique Valentinois.

#### 2. Le bassin d'alimentation du Cholet

La résurgence du Cholet est alimentée d'une part par les eaux d'infiltration du Brudour et d'autre part par des circulations souterraines en provenance de la majeure partie de la forêt de Lente.

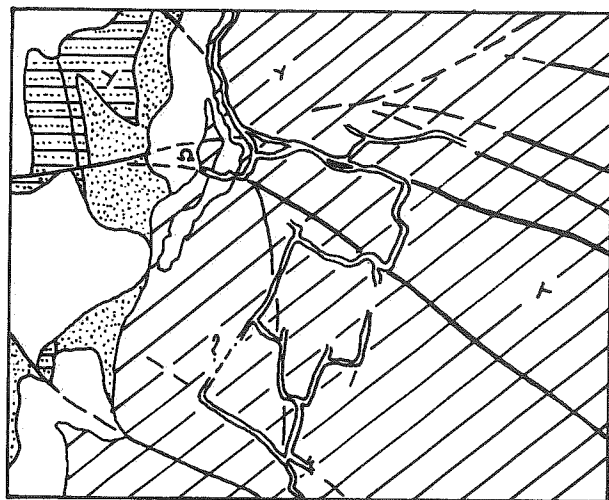
Les infiltrations du Brudour cheminent le long de la faille de Font-d'Urle qui aboutit au fond de Combe Laval dont le trajet est jalonné par un certain nombre de gouffres (scialet Felix, scialet de la maison forestière etc.), mais, grâce à la disparition progressive de l'assise marneuse intermédiaire, elles s'enfoncent plus profondément et rejoignent le niveau de base principal à la limite du Barrémien inférieur et de l'Urgonien.

La plus grande partie de l'écoulement souterrain de la région de Font-d'Urle, augmenté par les infiltrations du restant de la forêt de Lente, parvient jusqu'à l'axe synclinal, largement décalé vers l'Ouest par la faille de la Roche du Mas. Cet axe longe le Serre de Pélandré, à l'Ouest de Lente, et il est décalé progressivement vers l'Est par un certain nombre de failles coulissantes. De ce fait, la faille de Font-d'Urle et l'axe synclinal très légèrement oblique par rapport à cette dernière viennent converger au fond de Combe Laval, déterminant la confluence des venues d'eau souterraines et la grosse résurgence du Cholet.

Les seuls chiffres en notre possession concernant le débit normal (?) du Cholet datent de 1891 et donnent 790 l/s. D'après un autre document, le débit d'étiage serait de 50 l/s. Devant des chiffres aussi différents il est impossible de conclure et en particulier d'évaluer la superficie du bassin versant. L'étude de surface indique une surface de 47 km<sup>2</sup> qui paraît bien vaste pour un débit aussi faible, et qui serait compris entre l'anticlinal Serre de Montué-Serre de Pélandré et

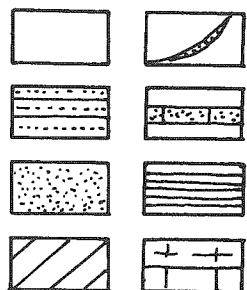
# LE RESEAU DE LA LUIRE

FIG 2

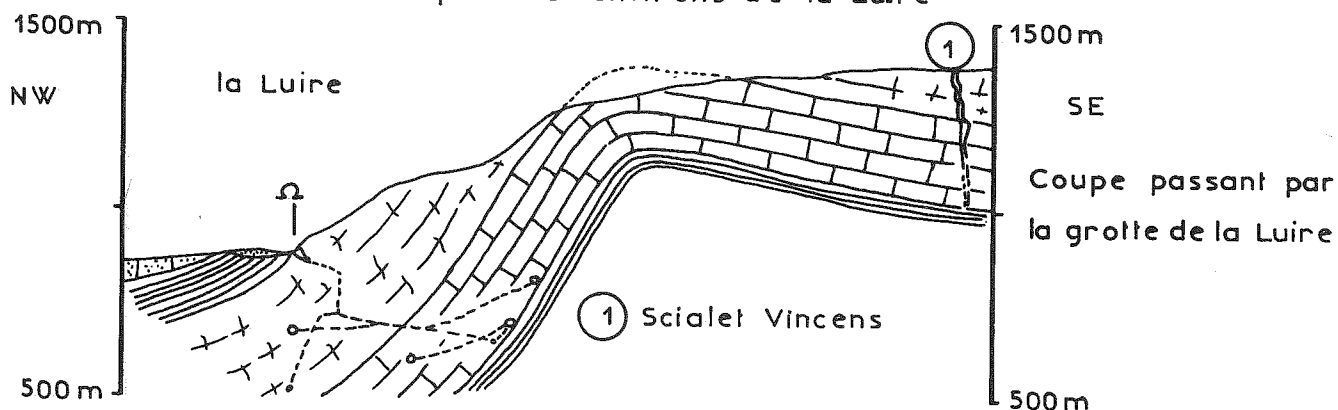


## LEGENDE

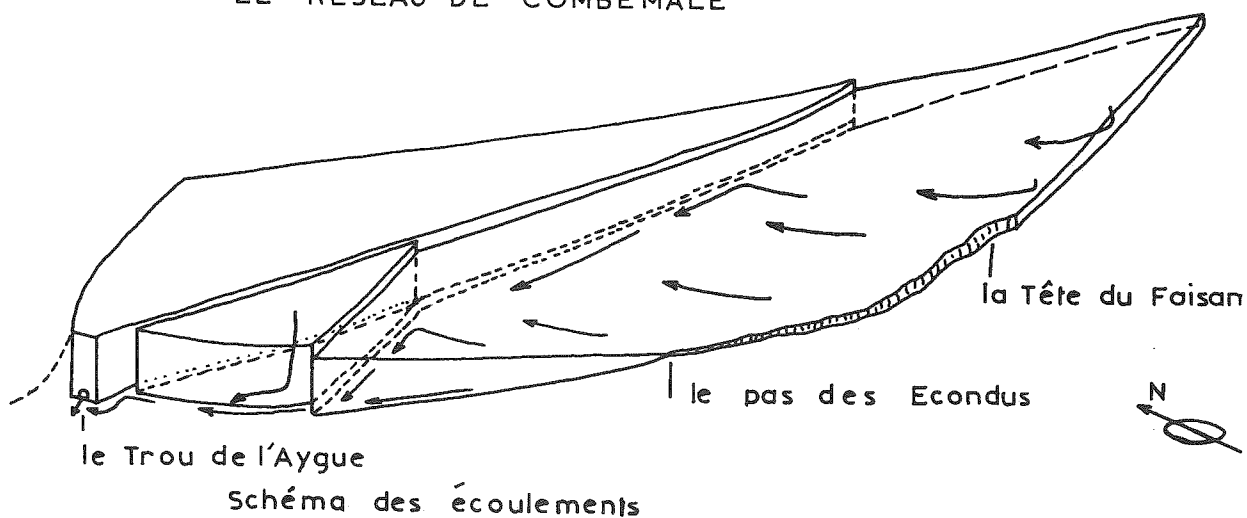
Carte Coupe



Carte schématique des environs de la Luire



# LE RESEAU DE COMBEMALE



celui du Puy de la Gagère-Montagne de l'Arp. Il ne faut cependant pas exclure la possibilité de communications entre la partie orientale de la forêt de Lente et le plateau de Vassieux structuralement beaucoup plus bas. Le problème irritant du sens d'écoulement des eaux d'infiltration de la vaste Combe de l'Oscence (environ 8 km<sup>2</sup> de surface) se pose également. Se fait-il vers le Cholet ou vers le Bournillon ? L'examen attentif des conditions de surface permet de penser qu'il n'existe pas de cheminement en direction du Cholet mais plutôt vers le Bournillon. Enfin, la couverture végétale particulièrement dense de cette contrée intervient certainement dans la valeur des débits d'étiage car la rétention de l'eau par le sol doit être plus forte de même que la valeur de l'évapotranspiration.

## D. - LE RESEAU DE LA "VERNAISON SOUTERRAINE"

Le réseau de la "Vernaison souterraine" est le plus grand du Vercors méridional. Il s'étend sur une superficie d'environ 265 km<sup>2</sup> et il débouche aux résurgences de l'Arbois et du Bournillon dans la vallée de la Bourne. Il s'agit d'un complexe de réseaux dont certains sont encore partiellement indépendants mais finissent, indirectement, par se raccorder au tronc commun de la "Vernaison souterraine".

### 1. Le réseau de Combemale (fig. 2 et 3)

La résurgence du Trou de l'Aygue s'ouvre au fond de la Combemale, au Sud Est du village de Rousset. Elle est à l'origine d'un réseau de galeries s'étendant sur plus de deux kilomètres et la carte de cet ensemble montre une galerie principale alignée exactement le long de la faille de Combemale et une galerie secondaire qui suit un réseau de fractures à peu près perpendiculaire. La grotte du Trou de l'Aygue s'ouvre à la base des calcaires urgoniens de la masse inférieure représentée ici par les calcaires lités, généralement à débris et à joints souvent argileux. Son plancher est formé par les calcaires tendres, très argileux et intercalations schisteuses qui terminent la monotone série du Barrémien inférieur (zone argileuse du Pas des Econdus). Cette assise forme le niveau de base de la région.

Les eaux d'infiltration circulent vers le Nord en suivant les pendages, mais la structure laisse entrevoir un certain nombre d'accidents qui délimitent une zone effondrée dans laquelle les eaux sont prisonnières. Elles ne peuvent échapper que par des galeries qui suivent les failles, en particulier celle de Combemale qui aboutit à l'extérieur au Trou de l'Aygue.

Le débit d'étiage est de 14 l/s, ce qui représente un bassin d'alimentation de 2 km<sup>2</sup> environ qu'il faut chercher non pas sur la Montagne de Bure (ou Beurre) comme le pensaient certains auteurs, mais plutôt entre la fontaine de la Plante, le rebord méridional du plateau et la faille de Combemale (fig. 3).

Existe-t-il une relation directe entre le réseau de Combemale et celui de la Luire à travers le plateau de la forêt domaniale ? Une affirmation populaire voulant que "Combemale se tarit lorsque la Luire crève" a excité l'imagination de bien des chercheurs. Malheureusement, personne n'a pu observer le phénomène sur place et il semble bien qu'une liaison directe soit utopique. Géologiquement une liaison serait possible vers le Nord par la faille de la fontaine de l'Adret mais il resterait encore à préciser comment Combemale pourrait tarir pendant une crue de la Luire !.

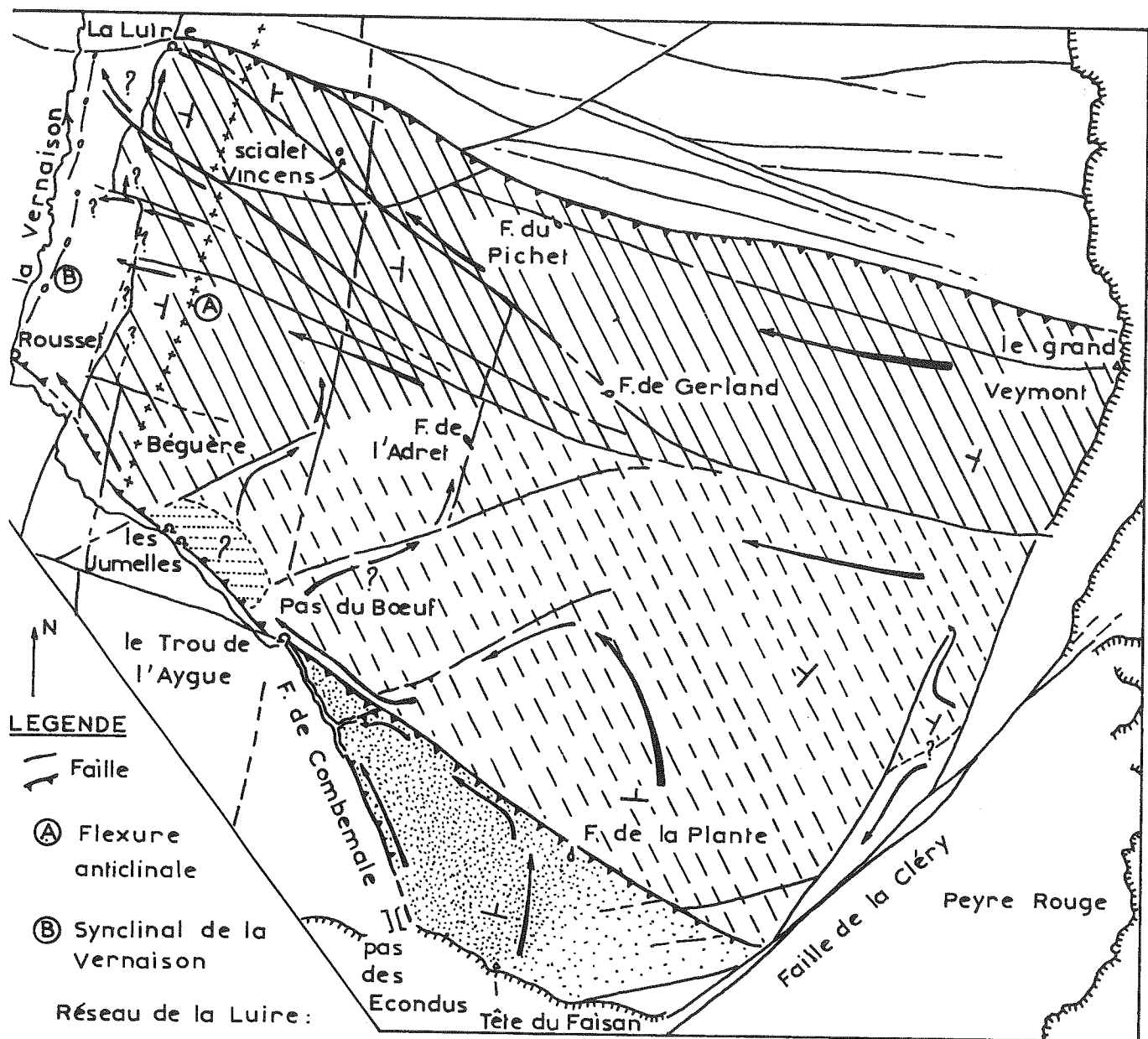
Le ruisseau de Combemale s'infiltre avant de parvenir à Rousset.

Une partie de ces infiltrations contribue peut-être à alimenter les résurgences temporaires des Jumelles dont la plus grande partie de l'alimentation provient de la zone Béguère - Pas du Bœuf. Ce sont des résurgences de trop-plein dont la position géologique à la limite Barrémien inférieur - calcaires à débris s'apparente à celle du Trou de l'Aygue. Une grande partie des débits, la quasi totalité à l'étiage, circule en direction de Rousset et rejoint directement la vallée de la Vernaison grâce à la faille de Combemale.

### 2. Le réseau de la Luire (fig. 2 et 3)

Cette grotte s'ouvre dans la partie supérieure très redressée des calcaires urgoniens du flanc oriental de la vallée de la Vernaison, dans une région extrêmement broyée où viennent converger deux grandes failles sensiblement est-ouest





**LEGENDE**

— Faille

Ⓐ Flexure anticlinale

Ⓑ Synclinal de la Vernaison

Réseau de la Luire :

 Bassin versant probable



Bassin versant de Combemale

 Bassin versant possible



Bassin versant possible des Jumelles

← Sens probable des écoulements souterrains

0 1 km

et de nombreuses diaclases (peut-être même des failles) de direction nord-sud. Un extraordinaire lacs de galeries dont la longueur totale dépasse 9 kilomètres a pu se développer grâce aux pendages extrêmement forts (l'eau a pu facilement élargir les joints) et aux fractures multiples.

Le Groupe Spéléologique Valentinois qui a découvert la rivière souterraine, a évalué son débit à 200 l/s, ce qui équivaut à un bassin versant de 20 à 30 km<sup>2</sup> qu'il faut rechercher sur le plateau de la forêt domaniale. (Cette mesure doit être manipulée avec précaution car elle correspond certainement à un débit d'étiage ou même moins puisque les galeries ne sont pas accessibles autrement, mais elle est unique). Ces deux valeurs nous permettent de reconstituer sur la carte deux bassins d'alimentation, l'un représentant l'hypothèse minimale (bassin versant probable) et l'autre l'hypothèse maximale (bassin versant possible). Seul le bassin versant probable doit représenter le réseau de la Luire primitive, avant que la communication avec le fond du synclinal de la Vernaison soit établie et rende inutile la grotte et les galeries de la Luire, sauf pendant les plus fortes crues.

Sur le plateau de la forêt domaniale, les circulations souterraines ne sont pas gênées par les cassures, les pendages étant grossièrement perpendiculaires au réseau des failles principales, et, au contraire, elles facilitent l'écoulement en jouant le rôle de drains naturels. Arrivées au niveau de la Vernaison, les galeries se sont formées à la faveur de cassures nord-sud et peu à peu, par des conduits vraisemblablement plus récents, l'eau arrive au fond du synclinal d'où elle ne ressortira plus qu'aux sources d'Arbois. Actuellement la grotte de la Luire ne fonctionne plus que comme la cheminée d'équilibre d'un vaste réseau souterrain. Les crues sont extrêmement brutales et la mise en charge atteint 300 mètres, mais les "crevées" sont rares et dévastatrices (celle de 1902 fut tellement soudaine que plusieurs volailles furent entraînées par les flots ; celle du 11 Novembre 1935 fut comparée à un séisme et les grondements furent perçus à plus de huit kilomètres de distance).

### 3. Le réseau l'Aduin-les Déramats aux environs du village de Tourtres

L'Aduin est une résurgence pérenne alors que la grotte des Déramats est sèche à de rares exceptions près. La plupart des auteurs s'accordent jusqu'à présent pour penser qu'elles font partie d'un même réseau qui s'étend en particulier sur la partie sud de la dépression d'Herbouilly en relation avec le Gour Fumant. Dans cette optique, la grotte des Déramats constitue un déversoir de crue pour les sources de l'Aduin. Il est difficile de scinder ce réseau en deux uniquement par des arguments de surface, mais il nous semble que la grotte des Déramats est le déversoir de crue d'un réseau qui s'étend sur la partie sud d'Herbouilly et qui rejoint directement le synclinal de la Vernaison en longeant la faille de Carrette ; alors que les sources de l'Aduin doivent drainer une zone en direction de Roybon et la Coinchette, au Sud de ce grand accident.

### 4. Le problème des Sources d'Arbois et du Bournillon (fig. 4 et 5)

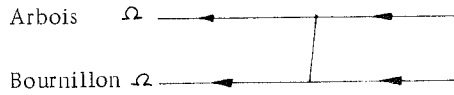
Ces deux résurgences dont seule celle de l'Arbois est pérenne sortent à la base de l'Urgonien de la vallée de la Bourne au Sud Ouest de la Balme de Rencurel. A. BOURGIN a particulièrement étudié ce réseau et il a pu mettre en évidence que le Bournillon est une résurgence de trop-plein de l'Arbois grâce à des mesures de débits échelonnées sur de longues années.

Les sources d'Arbois ont un débit d'étiage de 1,7 m<sup>3</sup>/s et un débit maximum dépassant 35 m<sup>3</sup>/s. Le Bournillon, à sec plusieurs mois de l'année, a un débit de crue pouvant atteindre 80 m<sup>3</sup>/s.

Pour expliquer ce complexe, deux hypothèses ont été émises :



Hypothèse A. BOURGIN

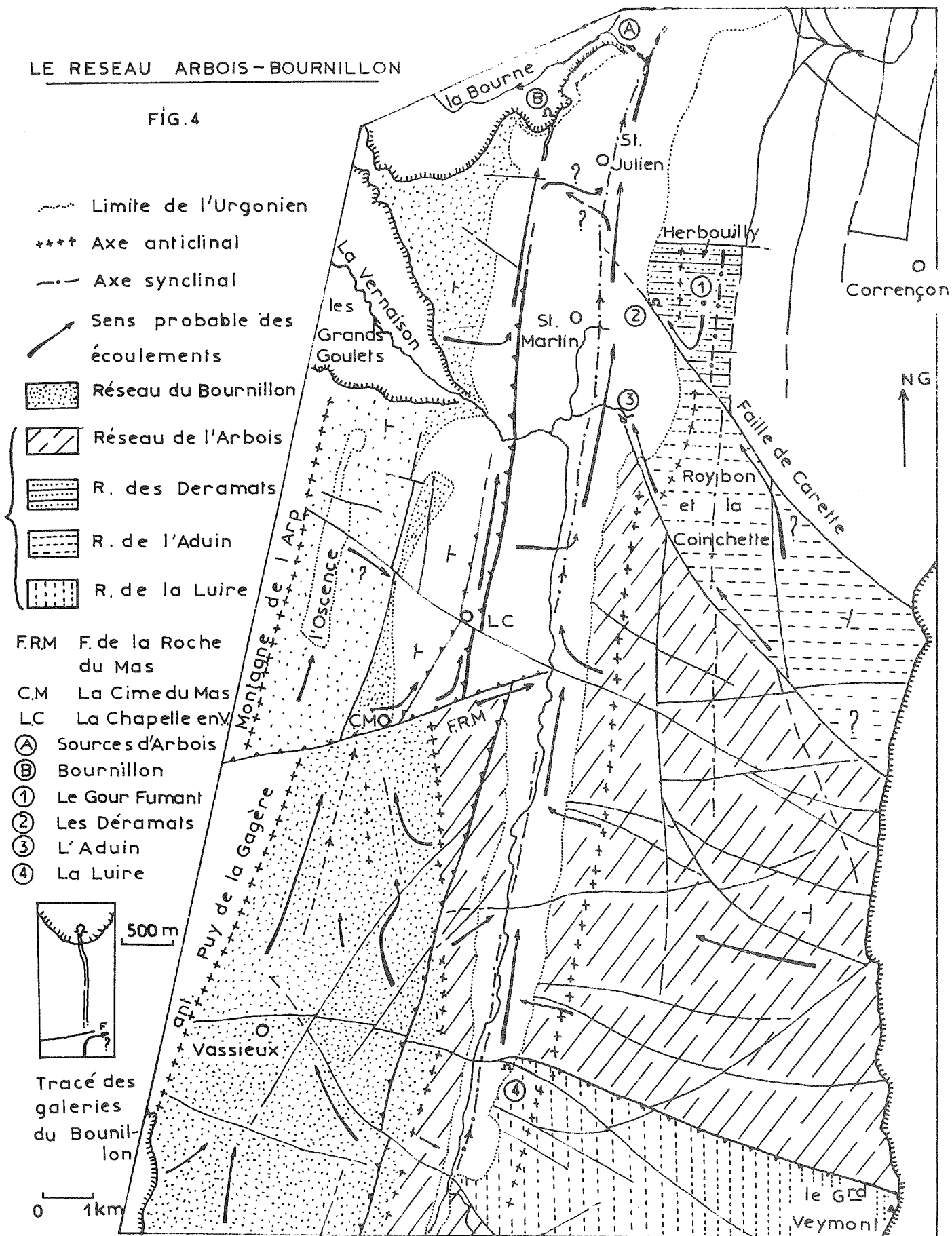


Hypothèse du Groupe Spéléologique Valentinois

- Pour A. BOURGIN, il n'existe qu'un seul réseau souterrain et le Bournillon n'est qu'un trop-plein de crue.
- Pour le Groupe Spéléologique Valentinois, il existe deux réseaux distincts et une capture récente du réseau du Bournillon par celui de l'Arbois. Cette dernière hypothèse paraît bien s'accorder avec les résultats de la géologie de surface.

# LE RESEAU ARBOIS-BOURNILLON

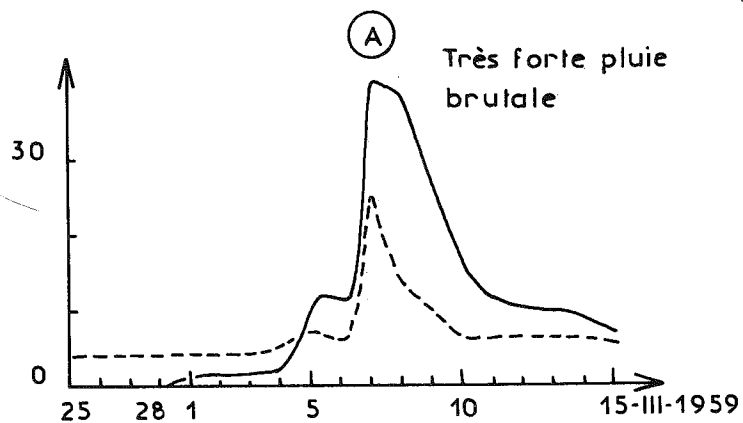
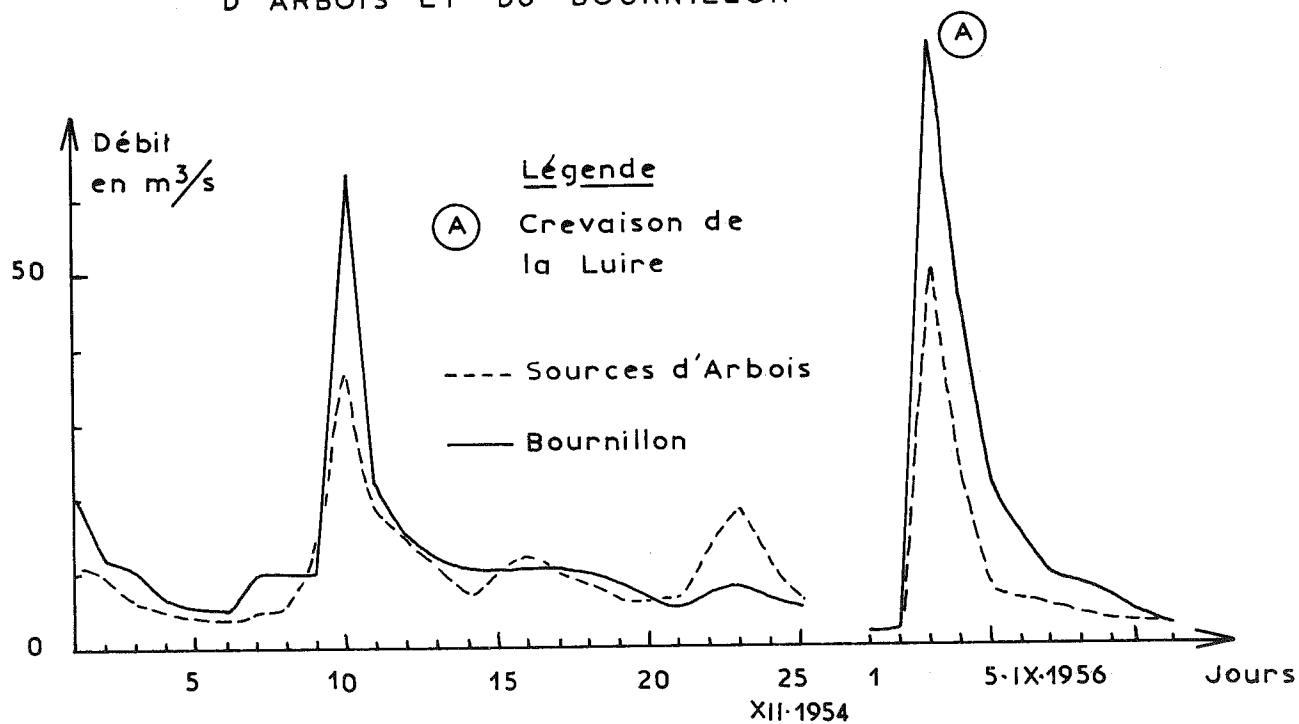
FIG.4



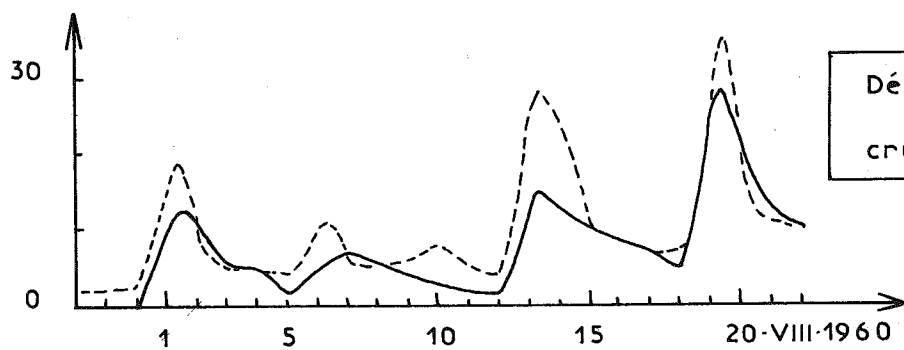
# COMPARAISON DES DEBITS DES SOURCES

FIG.5

## D'ARBOIS ET DU BOURNILLON



Gros débits - Fortes crues du Bournillon

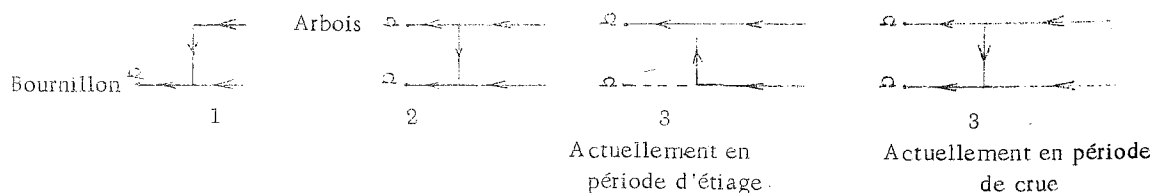


Débits modérés Faibles crues du Bournillon

(d'après "Spéléos" n° 33)

Essayons en effet de reconstituer par la pensée le cheminement des eaux souterraines et la formation de ces deux réseaux. Celles du plateau de la forêt domaniale et de la vallée de la Vernaison finissent par arriver à l'axe synclinal d'où elles s'écoulent vers le Nord car cet axe plonge légèrement jusqu'à la vallée de la Bourne qu'il recoupe non loin des sources d'Arbois. Par contre, les eaux d'infiltration du plateau de Vassieux convergent vers le Goulot de la Cime du Mas. Les pendages du plateau de la Chapelle-en-Vercors étant dirigés vers l'Est, le cheminement se fait ensuite le long de la faille de la Roche du Mas, mais l'eau ne tarde pas à buter contre la faille méridienne de la Chapelle-en-Vercors qui relève son compartiment est. A partir de là, le trajet devient Nord-Sud jusqu'au Bournillon car, bien que la faille de la Chapelle-en-Vercors s'amortisse complètement à la hauteur de Saint-Martin-en-Vercors, de nombreuses diaclases doivent la prolonger et orienter le creusement des galeries (le plan de la grotte indique que ces dernières sont exactement orientées dans cette direction).

Depuis les travaux de A. BOURGIN, la liaison entre les deux réseaux est établie par l'étude des débits, mais elle n'est pas connue matériellement. Elle se fait certainement au Sud Ouest de Saint-Julien-en-Vercors où existe une petite faille est-ouest et de nombreuses diaclases dans le prolongement de la faille de Carette. Rien n'indique d'ailleurs que ces liaisons ne puissent être multiples. Pour expliquer la "capture" souterraine du réseau du Bournillon par celui de l'Arbois, il est nécessaire d'en reconstituer l'évolution.



A l'origine, l'érosion n'avait pas entaillée la vallée de la Bourne aussi profondément que de nos jours et les eaux, bloquées au fond du synclinal ont dû se frayer un chemin le long du flanc ouest et rejoindre le réseau du Bournillon, parce que cette grotte est bien à l'aval des sources d'Arbois. Dans une deuxième étape, les eaux ont pu dissoudre les calcaires et former de nouvelles galeries aboutissant aux sources d'Arbois, car l'érosion régressive de la Bourne avait mis à jour entre temps le contact Urgonien - Hauterivien beaucoup plus près de l'axe synclinal. Le cirque du Bournillon, profondément enfoncé dans la falaise pourrait s'expliquer par son ancienneté.

Dans la phase actuelle, les galeries aboutissant aux sources d'Arbois ne doivent pas être aussi développées que celles de la liaison Arbois-Bournillon. En effet, si les débits d'étiage du Bournillon sont entièrement détournés au profit des sources d'Arbois, les débits de crue des deux résurgences sont inversement proportionnels à la superficie des deux bassins versants très inégaux. A cet effet, la lecture des courbes de débit est très instructive. Si la crue est relativement faible, les eaux du réseau de l'Arbois engorgent les galeries de liaison et le Bournillon devient actif. Les débits des deux résurgences sont alors comparables à la valeur respective de leur bassin versant. Lorsque la crue est très forte, les galeries d'Arbois peuvent absorber un certain débit au-delà duquel la crue ne peut plus progresser et le supplément remonte le long de la liaison Arbois-Bournillon, conflue avec les eaux du réseau du Bournillon et ressort au Bournillon dont le débit peut atteindre  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En conclusion, et en l'absence d'explorations souterraines qui ne semblent pas devoir progresser beaucoup ces prochaines années, nous pouvons admettre l'existence de deux réseaux souterrains s'étendant sur près de 25 kilomètres de longueur, mais de superficie très différente.

##### 5. Le problème des résurgences sortant du Crétacé supérieur

Dans le synclinal de la Vernaison existe un certain nombre de résurgences sortant du Crétacé supérieur : source du Buyèche ( $17,5 \text{ l/s}$ ), du carrefour des routes de Tourtre et de Saint-Martin ( $8 \text{ l/s}$ ) et des Gours Ferrants ( $24 \text{ l/s}$ ). Ces émergences importantes sont assez rapprochées et leur débit ne s'apparente pas du tout au débit des autres sources locales qui ne dépassent pas  $2 \text{ l/s}$ . Pour expliquer ce phénomène il faut très certainement invoquer des relations avec le réseau de la Vernaison souterraine à la faveur d'un réseau karstique crétacé supérieur calqué sur celui de l'Urgonien. Nous ignorons quelles sont les causes de cette série de résurgences, mais il est certain que la résolution de ce problème contribuera à la connaissance de la géologie profonde de cette région.

## E. - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE FOSSILE DE SURFACE (fig. 6)

Entre le plateau de Vassieux et les Grands Goulets peuvent s'observer les traces d'une ancienne rivière complètement disparue de nos jours. Il s'agit vraisemblablement d'un cours d'eau s'échappant du glacier de Vassieux au moment de son retrait. Partant du col de Proncel, et recevant quelques affluents, son lit peut être suivi jusqu'à la Cime du Mas où il aboutit dans une plaine alluviale correspondant sans doute à un lac dû au surcreusement glaciaire dans les assises tendres du Crétacé moyen. A l'extrémité nord de ce lac, la rivière s'échappait par un cañon qui suit la route nationale jusqu'aux Grands Goulets.

## F. - CONCLUSION

Les quelques précisions apportées par ce mémoire à l'ensemble déjà considérable des connaissances hydrologiques du Vercors méridional permettent d'expliquer la plupart des résurgences de cette contrée et de délimiter les bassins d'alimentation probables, mais un certain nombre de difficultés restent à résoudre.

Le tableau ci-dessous met en évidence l'impossibilité matérielle de tracer la limite exacte des bassins du Bournillon et du Cholet à cause de l'absence de renseignements précis concernant les débits. Il conviendrait par la suite de jauger exactement et conjointement les résurgences de la partie nord du plateau (Cholet, Arbois et Bournillon) pendant une assez longue période. La comparaison et l'examen des courbes de débit remplaceront des chiffres théoriques et sans signification (débit moyen d'étiage par seconde et par kilomètre carré, par exemple) par des valeurs sûres et significatives qui permettront de délimiter de manière précise les différents bassins versants.

Enfin, la coalescence de différents réseaux en un tronc commun ("Vernaison souterraine") est récente et il serait très intéressant de reconstituer les différents niveaux fossiles avec les émergences correspondantes, ce qui conduira à la connaissance des niveaux de base successifs, intéressants pour la détermination d'une partie de l'histoire géologique du massif.

|                                          | Réseau Brudour-Cholet |                            | Réseau du Bournillon - Arbois |                      |                     |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| Différents bassins                       | Brudour               | Cholet                     | l'oscence (1)                 | Bournillon           | Arbois              |
| Superficie totale                        | 4 km <sup>2</sup>     | 47 km <sup>2</sup>         | 9 km <sup>2</sup>             | 74,5 km <sup>2</sup> | 188 km <sup>2</sup> |
| Surface de l'Urgonien                    | 4 km <sup>2</sup>     | 47 km <sup>2</sup>         | 9 km <sup>2</sup> (2)         | 62 km <sup>2</sup>   | 139 km <sup>2</sup> |
| Débit calculé pour 7 l/s/km <sup>2</sup> | 21 l/s                | ?                          | 63 l/s                        | 434 l/s              | 973 l/s             |
| Débit calculé total                      |                       | ?                          | 1470 l/s                      |                      |                     |
| Débit réel                               | 5-10 l/s (3)          | 50 l/s (4)<br>ou 790 l/s?? | 1720 l/s                      |                      |                     |

(1) Nous avons vu que le bassin de l'oscence pouvait certainement être rattaché au Bournillon

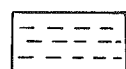
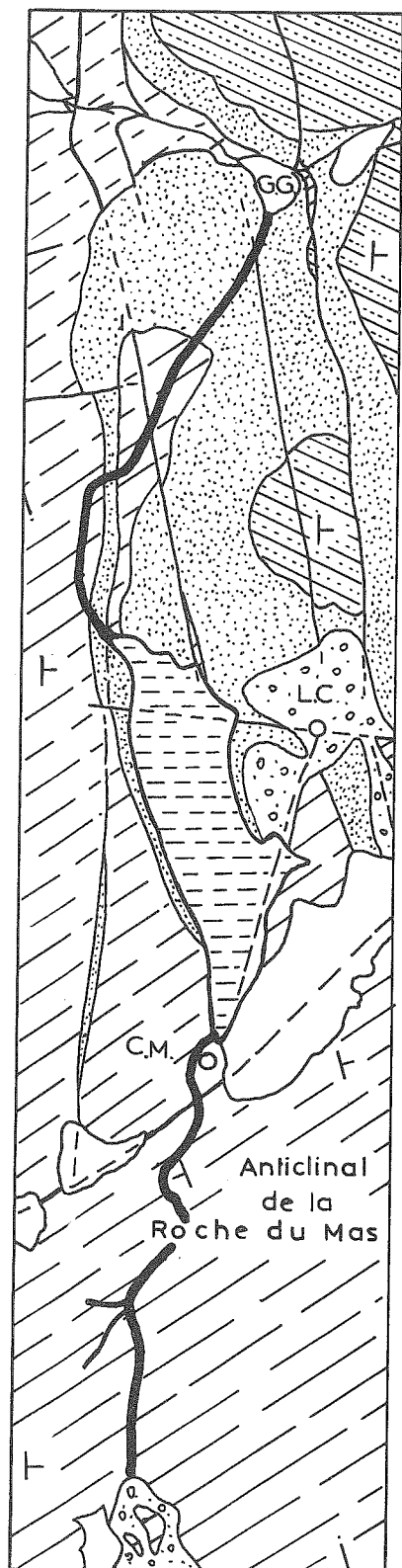
(2) Le Crétacé moyen de la Combe de l'oscence n'est pas séparé de ce total, cette dépression n'ayant pas d'émissaire aérien.

(3) Le débit calculé ne peut pas correspondre au débit réel à cause des pertes probables.

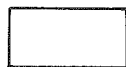
(4) Aucune relation n'est possible entre le débit calculé pour 7 l/s/km<sup>2</sup> et le débit réel.

# LA RIVIÈRE FOSSILE ENTRE LE PLATEAU DE VASSIEUX ET LES GRANDS GOULETS

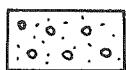
FIG.6



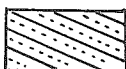
Alluvions (ancien lac)



Eboulis



Moraines



Crétacé supérieur



Crétacé moyen



Urgonien



Tracé du cours d'eau fossile

GG.

Les Grands Goulets

LC

La Chapelle en Vercors

C.M.

La Cime du Mas

T

Pendage

NG.



Localisation du schéma

1: Feuille XXXII-35

2: Feuille XXXII-36

3: Feuille XXXI-36

0 1km



BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ALLIX (A.), 1914. - La morphologie glaciaire en Vercors. Grenoble. Allier 182 p.
- BOISSIERE (G.), 1936. - Le Vercors. Bulletin de la société spéléologique de France. n° 7, 1936.
- BOURGIN (A.), 1936. - Le Gour Fumant d'Herbouilly. C.R. des travaux du groupe spéléo. du Club Alpin français. 1935-1936.
- " 1941. - La Bourne et ses affluents souterrains. Rev. Géogr. alpine, t. XXIX, fasc. 1, pp. 38-89
- " 1942. - Le Dauphiné souterrain. Arthaud. 82..pp.
- " 1946. - La Luire et la Vernaison souterraine. Plateau du Vercors (Drôme et Isère). Ann. de Spéléo. Spelunca, t. 1, 3e série.
- CORBEL (J.), 1956. - Le karst du Vercors. Rev. géogr. de Lyon. Vol. XXXI.
- DECOMBAZ (M.), 1898. - Grottes de la vallée de la Bourne et du Vercors. Mém. de la société de spéléo., t. III, n° 13.
- " 1902. - Recherches spéléologiques dans le Vercors. Bull. et mém. de la société de spéléo. Spelunca.
- GACHE (R.), 1936. - Explorations de la grotte de la Luire. C.R. trav. du groupe spéléo. du Club Alpin français. Année 1935-1936.
- GARNIER (J.J.) et POMMIER (C.), 1955. - Explorations au Vercors. Ann. de Spéléo. Spelunca. t. X, fasc. 1.
- GIGNOUX (M.), 1936. - Rapport inédit sur les conditions géologiques des sources de Combemale destinées à l'alimentation en eau potable de la commune de la Chapelle-en-Vercors.
- GUERIN (H.P.), 1938. - Explorations du Spéléo-Club alpin français au cours de l'année 1937. Bull. de la société spéléo. de France.
- MARTEL (E.A.), 1896. - Les abîmes du Dauphiné. Annuaire de la société des touristes du Dauphiné. t. XXII, p.133-192.
- " 1900. - Cavernes de la Grande Chartreuse et du Vercors. Bull. de la Société de géogr., p. 51-56.
- " 1903. - Sur l'emploi de la fluorescéine en hydrogéologie. Bull. Soc. Belge de Géologie, t. XVII, p. 342-414.
- " 1930. - La France ignorée. Delagrave. Paris.
- SARROT-REYNAULD (J.), 1962. - Hydrogéologie karstique dans le massif du Vercors. Mém. du Congrès international de géologie d'Athènes.
- " " 1964. - Note inédite sur une étude hydrogéologique de la région de Font-d'Urle et de la résurgence du Brudour.
- VINCENS (P. et F.), 1956. - Contribution à l'inventaire des cavités du Vercors. Ann. de spéléo. Spelunca. 3e série, t. XI, fasc. 1.
- " 1957. - Contribution à l'inventaire des cavités du Vercors. Ann. de spéléo. Spelunca. 3e série, t. XII, fasc. 1-4.
- Revue et autres documents consultés :
- Spéléos. Revue du Groupe Spéléologique Valentinois.
- Inventaire des ressources en eaux superficielles et souterraines édité par la direction départementale de l'agriculture de l'Isère.
- Cartes géologiques à 1/50 000 : Vif, la Chapelle-en-Vercors et Charpey.



Intervention de Monsieur J.J. GARNIER (au sujet de la communication de Monsieur ARNAUD)

Monsieur J.J. GARNIER fait remarquer que le siphon d'Arbois doit être indépendant des sources d'Arbois et du Bournillon. On y descend, en effet, plus bas que le niveau des sources.

---

Intervention de Monsieur LAURENT - Clan des Tritons.

Relation entre la grotte du Brudour et la résurgence du Cholet.

Le clan spéléologique des Tritons a franchi le siphon et a pu constater qu'une continuation est possible. Pour reprendre l'exploration nous attendons d'avoir des moyens corrects.

Les scialets se trouvant sur le parcours présumé ont été visités sans résultats et la falaise de Combe Laval a été explorée toujours sans résultats.

---

Intervention de Monsieur Maurice PARDE

Monsieur Maurice PARDE demande au conférencier si les sources des Goules sont en rapport avec les réseaux souterrains qui aboutissent à la source d'Arbois et à la grotte du Bournillon.

Le conférencier n'a pas spécialement étudié le problème. Monsieur SARROT estime que cette communication n'existe pas ou est très douteuse. Et, sur ce problème, il renvoie les auditeurs à un article toujours valable du regretté Monsieur BOURGIN.

---

Intervention de Monsieur PENELON

Des colorations naturelles de boue se sont produites (durant 1 mois). On peut supposer qu'un énorme effondrement s'est produit dans le réseau, et ce, en amont de la "bifurcation" Bournillon - Arbois, puisque les deux résurgences ont été colorées.

- Siphon d'Arbois

Une autre observation semble infirmer la première.

Tous les sommets et le plateau sont enneigés. Il gèle au-dessus de 1 000 m, mais la fonte des neiges est suffisante pour "amorcer" Bournillon et le siphon d'Arbois. Les sources d'Arbois, elles, restent d'une limpidité parfaite ?

- Suggestion

Etude des lichens qui tapissent le lit du Bournillon et ceux qui se sont établis dans le canal de fuite Basse Chute de la centrale qui est devenue (depuis 1905) l'exutoire technique des sources d'Arbois. Ces lichens offrent une analogie frappante ainsi que ceux qui poussent à la surverse de la source de Vejoin (captée par la commune de Chatelus) et qui avait été aussi troublée lors de l'éboulement.

## CONTRIBUTION A L'HYDROLOGIE DU VERSANT OUEST DU MASSIF DU VERCORS

---

par M. BADEL

Le versant ouest du massif du Vercors correspond en gros au canton de La Chapelle-en-Vercors, soit aux communes de Saint-Julien-en-Vercors, Saint-Martin-en-Vercors, La Chapelle-en-Vercors, Saint-Agnan-en-Vercors et Vassieux-en-Vercors.

Depuis longtemps le laboratoire départemental de la Drôme contrôle les eaux d'alimentation de ces communes. Les résultats des analyses provenant d'une vingtaine de points de prélèvements différents permettent de donner quelques indications générales sur la composition des eaux de cette région.

Dans l'ensemble, on peut noter :

au point de vue physique :

Les eaux sont limpides, incolores, leur résistivité correspond à une minéralisation peu accentuée.  
Le pH est voisin de 7,5.

au point de vue chimique :

- la teneur en matières organiques, exprimée en oxygène cédé en milieu alcalin est faible (en moyenne 0,3mg/L)
- la dureté totale est comprise entre 16° et 25°,
- le titre alcalimétrique complet est aussi compris entre 16° et 25° ,
- la teneur en ammoniacque et nitrates est toujours extrêmement faible, la présence de nitrites exceptionnelle,
- la teneur en chlorures (en moyenne 15 mg/L Cl) et surtout en sulfates (en moyenne 12 mg/L SO<sub>4</sub>) est remarquablement constante.

au point de vue bactériologique :

La pollution microbienne déterminée par la recherche d'*Escherichia coli*, des Coliformes et de *Clostridium perfringens* est faible pour un massif karstique, la proportion d'analyses révélant la présence de germes tests de contamination fécale est minime.

## GOUFFRE CHASSILLAN

J. L. BARBIER - Spéleo-Club du Vercors

### Situation

Découvert durant l'été 1967, ce gouffre s'ouvre au flanc d'une petite combe : la "combe de la Sive", à 1530 m d'altitude. Toute cette zone grossièrement située à l'Ouest du "Grand Veymont", est caractérisée par l'omniprésence des calcaires "Urgoniens", exactement, et d'après la carte géologique au 1/50 000 feuille de La Chapelle-en-Vercors : n 5 - 4 v (Barrémien supérieur et Aptien inférieur). Le fait important est que nous nous trouvons là dans une zone clef, le Barrémien supérieur prenant peu à peu le faciès calcaire à débris, l'Aptien tendant à disparaître par érosion.

### Description

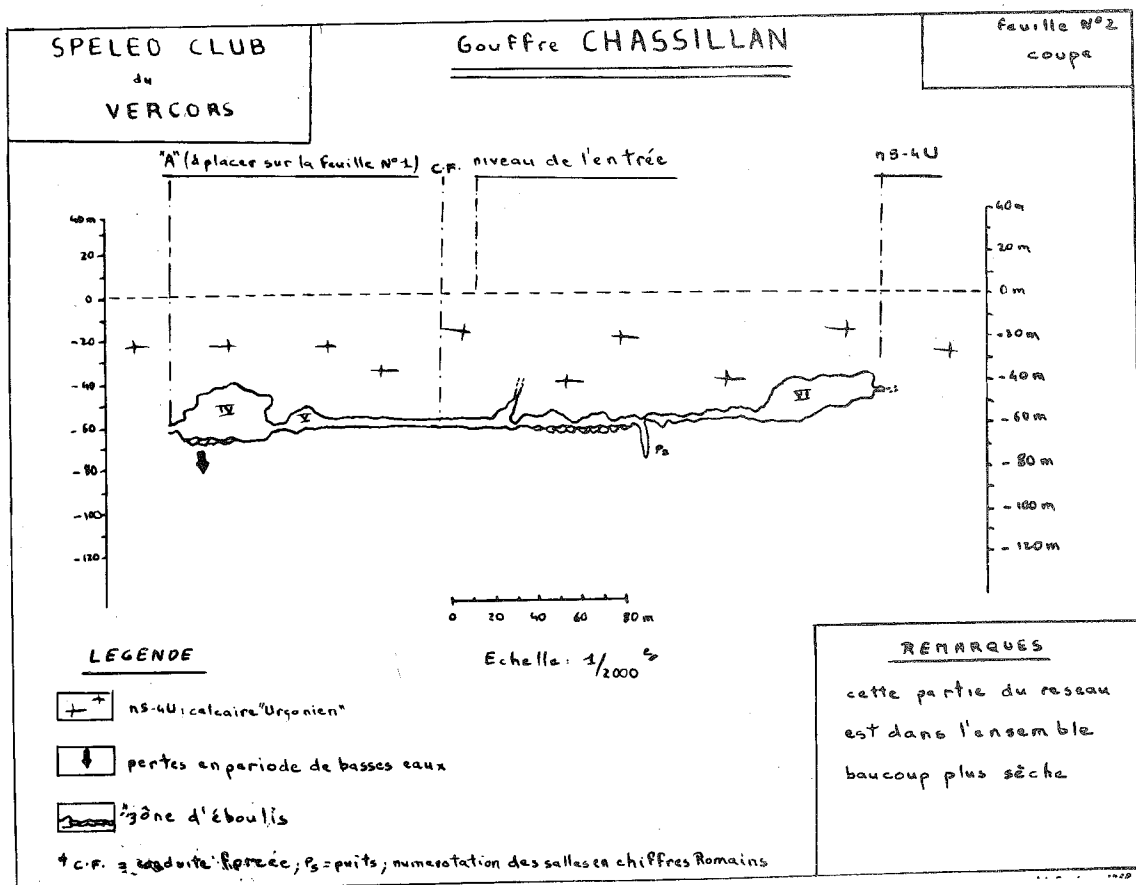
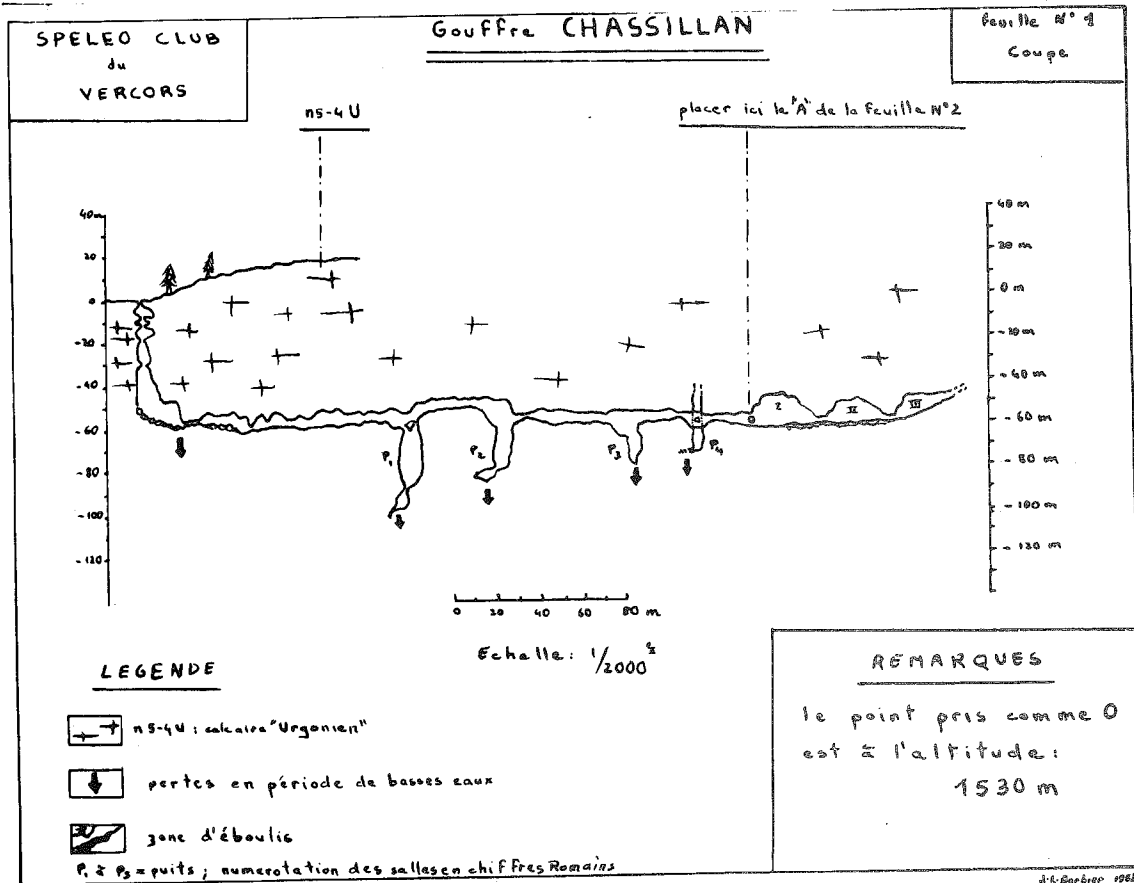
Le puits d'entrée de ce gouffre se trouve au fond d'une fissure de lapiaz, et au départ n'a qu'une quarantaine de centimètres de diamètre. L'aspect de ce puits est particulier car il consiste en la succession de quatre petites salles, au centre desquelles se trouve un trou de deux à trois mètres de diamètre ; une strate ou deux sur lesquelles se sont accumulés des éboulis séparent les petites salles. Ce puits nous conduit jusqu'à une profondeur de cinquante cinq mètres, la plus grande verticale étant de vingt mètres ; mais il n'a visiblement aucun rapport avec le reste du réseau que nous décrirons plus loin. Dans ce puits d'effondrement, postérieur au reste du réseau, on note une légère circulation d'eau dans les vingt derniers mètres ; cette eau se perdant ensuite entre les blocs de l'éboulis, constituant la base du puits, dans une direction grossièrement ouest.

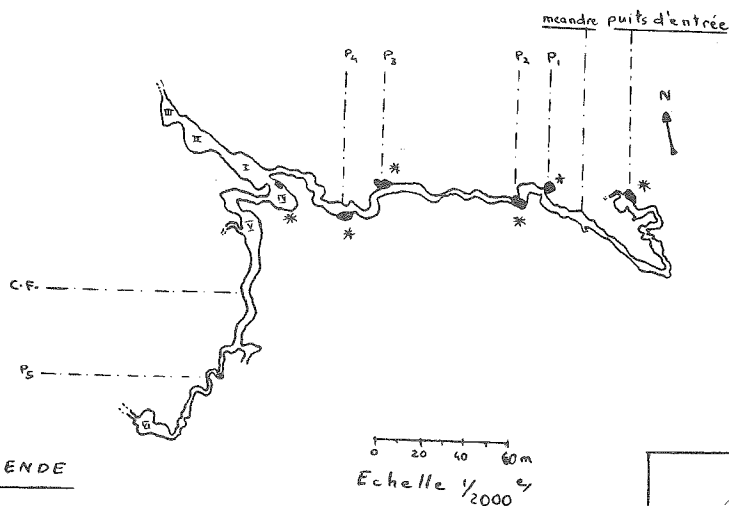
Après avoir rampé quelques mètres dans un étroit laminoir, on arrive dans un méandre, de 1 mètre de largeur et 6 à 8 mètres de hauteur, dont le plancher est constitué par une accumulation de blocs. On chemine ensuite dans un méandre aux dimensions plus importantes dont le plancher est alors constitué par des sables à grain fin.

Après une centaine de mètres de cette progression, nous nous trouvons devant ce qui apparaît comme un cul de sac. Deux solutions se présentent : en rampant quelques mètres dans une étroiture on arrive à la lèvre d'un puits (P1) d'une quarantaine de mètres de verticlae, dont les parois sont argileuses du haut en bas, où l'écoulement est relativement important en période de fortes pluies. Aucune continuation n'est possible, tout le fond de ce puits étant colmaté par de l'argile rougeâtre. La deuxième solution permet de poursuivre plus avant : une galerie, de section grossièrement carrée, s'ouvrant légèrement au-dessus du niveau normal du méandre, permet d'atteindre un autre puits (P2) de vingt cinq mètres de verticale ; là encore deux solutions se présentent : en descendant dans ce puits, qui est rocheux, on arrive à une petite salle en forme d'entonnoir, où l'eau ruisselant le long des parois, percole dans des marnes, que celui qui a exploré cette zone a signalé comme étant vertes, donc vraisemblablement glauconieuses. Là encore, aucune continuation possible n'a pu être découverte. Le réseau se poursuit, et c'est là, la deuxième solution, par un méandre étroit dans lequel nous pénétrons après être descendus de deux mètres environ dans le puits P2. Ce méandre nous amène jusqu'à un puits (P3) très marneux (argiles rougeâtres), humide, et sans continuations. Après être passé au-dessus de ce puits, nous rampons dans une galerie basse nous amenant jusqu'à un puits (P4), très particulier, puisqu'il s'ouvre par une véritable fenêtre dans la paroi de la galerie. Huit mètres plus bas, une "laisse d'eau" s'écoule dans un méandre im-pénétrable.

Lorsqu'on continue dans la galerie principale, qui devient très concrétionnée, sèche en période normale, mais inondée en période de fortes pluies, on arrive à un ensemble de salles. Les salles I, II, III et IV sont dans le même alignement nord ouest - sud est. Dans la salle III, on constate la présence d'une cheminée très glissante dont l'escalade n'a pas encore été effectuée. Certaines de ces salles sont importantes puisqu'on évalue leur hauteur à vingt cinq ou parfois trente mètres.

La salle IV est importante en elle-même, car le sol est pavé de blocs englués dans une marne rougeâtre et en période de fortes pluies, c'est là que se tient sans doute la zone de pertes la plus importante. Par une petite galerie, on





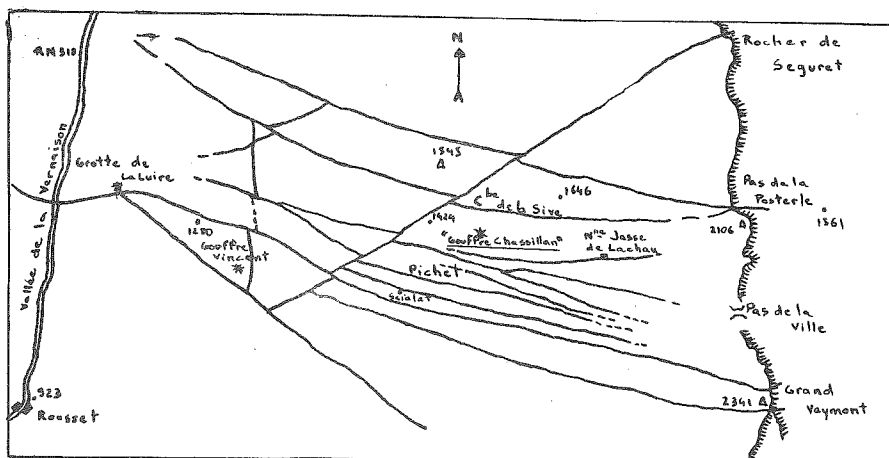
LEGENDE

- puits (numérotés de P<sub>1</sub> à P<sub>6</sub>)
- zone de pertes en périodes de basses eaux
- conduite forcée

REMARQUES

En chiffres Romains,  
numérotation des salles

X = 848,600  
Y = 292,300  
Z = 1530 m



atteint la salle V, donnant accès à une conduite forcée de quatre vingt mètres de longueur, à section caractéristique. Le sol est, là encore, constitué par des blocs, mais ce qui est important, c'est qu'à partir de cet endroit et même en période de fortes pluies, le réseau reste sec. Au bout de la conduite forcée, se trouve une petite salle, avec une cheminée encore inexplorée. Un méandre s'ouvre vers l'Ouest, bifurque, et au bout de quelques mètres est coupé à angle droit par un puits en diaclase de huit mètres de verticale, dont le fond, sableux, n'offre aucune possibilité de continuation. Le méandre, lui, se poursuit et donne accès à une salle (VI) qui met un terme à notre exploration à l'heure actuelle. Cette salle est orientée Nord Ouest - Sud Est ; une petite galerie qui en part, trop étroite pour être explorée, reste cependant intéressante, car elle se dirige vers le Nord Ouest.

### Conclusions

Par sa morphologie ce gouffre témoigne d'une circulation passée très intense, et à l'heure actuelle il semble pouvoir être divisé en deux parties :

- une première, du puits d'entrée à la série des salles, zone plus ou moins active suivant les périodes ;
- une deuxième, des salles jusqu'au terme des explorations actuelles, zone beaucoup plus sèche.

Cela est d'autant plus facile que ces deux parties ont une orientation différente.

Si l'on considère l'état actuel de ce gouffre on peut arriver à deux conclusions :

- soit la partie que nous connaissons a été abandonnée par le cours d'eau souterrain qui existe toujours, mais reste à découvrir, et cela peut être intéressant, car nous nous trouvons là dans une zone très fracturée, avec failles de direction générale est-ouest. Le plateau du "Veymont" faisant, sans doute, partie de la zone d'alimentation de la grotte de la Luire, un espoir de liaison est possible. On peut noter au passage que la présence des failles a une grande importance, tant sur le plan de la direction générale du réseau que sur l'aspect de certaines galeries. Près de l'entrée du gouffre en effet, on note une suite de petites salles allongées est-ouest, dans lesquelles on pénètre en rampant et qui sont perpendiculaires à la direction générale du réseau à cet endroit ;
- soit le réseau est totalement fossile, la rivière l'ayant creusé ayant disparue, pour une cause inconnue, les galeries s'étant peu à peu colmatées. Cela est d'autant plus vraisemblable que certains puits (P4 par exemple) semblent avoir accidentellement recoupé le vieux réseau de galeries. La circulation actuelle (essentiellement des infiltrations locales) ne se faisant là que sur une faible longueur. Tout cela n'étant bien sûr que des hypothèses gratuites, nos connaissances sur ce gouffre ne nous permettant pas de choisir l'une ou l'autre actuellement.

Une troisième chose peut intéresser directement l'hydrogéologue, c'est l'explication de ce réseau horizontal, situé à une si faible profondeur. La plupart des gouffres connus dans cette zone se présentent comme une succession de puits emmenant le spéléologue à une assez grande profondeur. Pour le spéléologue l'explication est délicate, nous avons réellement l'impression de buter sur une couche, et la possibilité d'une intercalation marneuse peut être envisagée, d'autant que nous nous trouvons dans une zone importante de variation de faciès des calcaires barrémiens. Cela reste, là encore, une hypothèse gratuite, mais l'étude de ce gouffre pourrait être intéressante.

On peut dire, pour terminer, que même si ce gouffre ne présente pas, à l'heure actuelle un réseau actif très important, son étude est intéressante, d'abord pour une datation de sa période de creusement : sur ce point une analyse de sables prélevés dans diverses galeries est en cours, les résultats ne nous étant pas, pour l'instant, parvenus ; ensuite, et par voie de conséquence on aurait des renseignements sur la circulation souterraine à cette époque. Tout cela apportant des éclaircissements sur la circulation souterraine, dans cette partie sud du Vercors, relativement peu connue, et sans doute très complexe.

# ETUDE DU TRANSFERT PRECIPITATIONS-DEBITS D'UN RESEAU KARSTIQUE PREMIERS ELEMENTS RECUEILLIS A LA STATION DES CUVES DE SASSENAGE

par R. BARTALA, J.P. BOMBARD, J. DUBUS, C. DURAFFOUR.

## I. - INTRODUCTION

Dans le cadre des études poursuivies par la Direction Départementale de l'Agriculture en vue de dresser l'inventaire des ressources en eau, tant superficielles que souterraines, les écoulements d'origine karstique ne pouvaient être ignorés et réclamaient la mise en œuvre de moyens d'observation spécifiques. La méthode du bassin représentatif semblait bien appropriée.

C'est pourquoi ont été équipés, depuis près de deux ans, la résurgence de la Fontaine Noire dans le massif de Chartreuse, et plus récemment, l'émissaire des Caves de Sassenage dans le massif du Vercors et celui de la Grotte des Balmes au pied de la falaise nord ouest de l'Ile Crémieu.

Le bassin d'alimentation des Caves de Sassenage, non encore délimité avec précision, a cependant fait l'objet d'études dont nous mentionnerons celle de Monsieur BOURGIN, qui proposait pour limite, l'affleurement du "Gault" (pl. 1). Ainsi, se trouve individualisé un secteur d'environ 22 km<sup>2</sup>, dont les exutoires sont, d'une part, le torrent du Furon (écoulement superficiel), d'autre part son affluent, le Germe, issu du réseau karstique des Caves de Sassenage.

Il est bien évident qu'un objectif à atteindre à plus ou moins longue échéance, sera l'identification précise de ce bassin d'alimentation. Les reconnaissances spéléologiques devraient être précieuses à cet égard, et être l'occasion, pour aboutir, d'une collaboration étroite entre sportifs et scientifiques.

La station mise en place sur le Germe intéresse la plus grosse partie de l'écoulement d'origine karstique. Il n'est pas prouvé qu'elle intéresse sa totalité. C'est pourquoi nous poursuivons des essais de coloration par la méthode au bichromate de sodium, dans le but de lever cette indétermination.

## II. - LA STATION DE JAUGEAGE

Son emplacement a été fixé, compte tenu d'impératifs touristiques (préservation du site classé), ainsi que par la nécessité de se trouver suffisamment en amont du confluent du Furon, pour éviter des effets de remous. De ce fait, la section retenue n'offre pas toute régularité souhaitable. Elle présente cependant l'avantage de fournir une relation univoque entre hauteurs d'eau et débits, ainsi que l'a montré l'établissement de la courbe de tarage.

La station proprement dite, de type standard dans la région Rhône-Alpes, est conçue à partir d'éléments préfabriqués en tôle galvanisée. Elle a été encastrée au moyen de spigots, dans un bloc calcaire situé en bordure du torrent, et au pied duquel un surcreusement assure la pérennité de l'eau dans le puits de mesure, même en étiage.

## III. - LA COURBE DE TARAGE

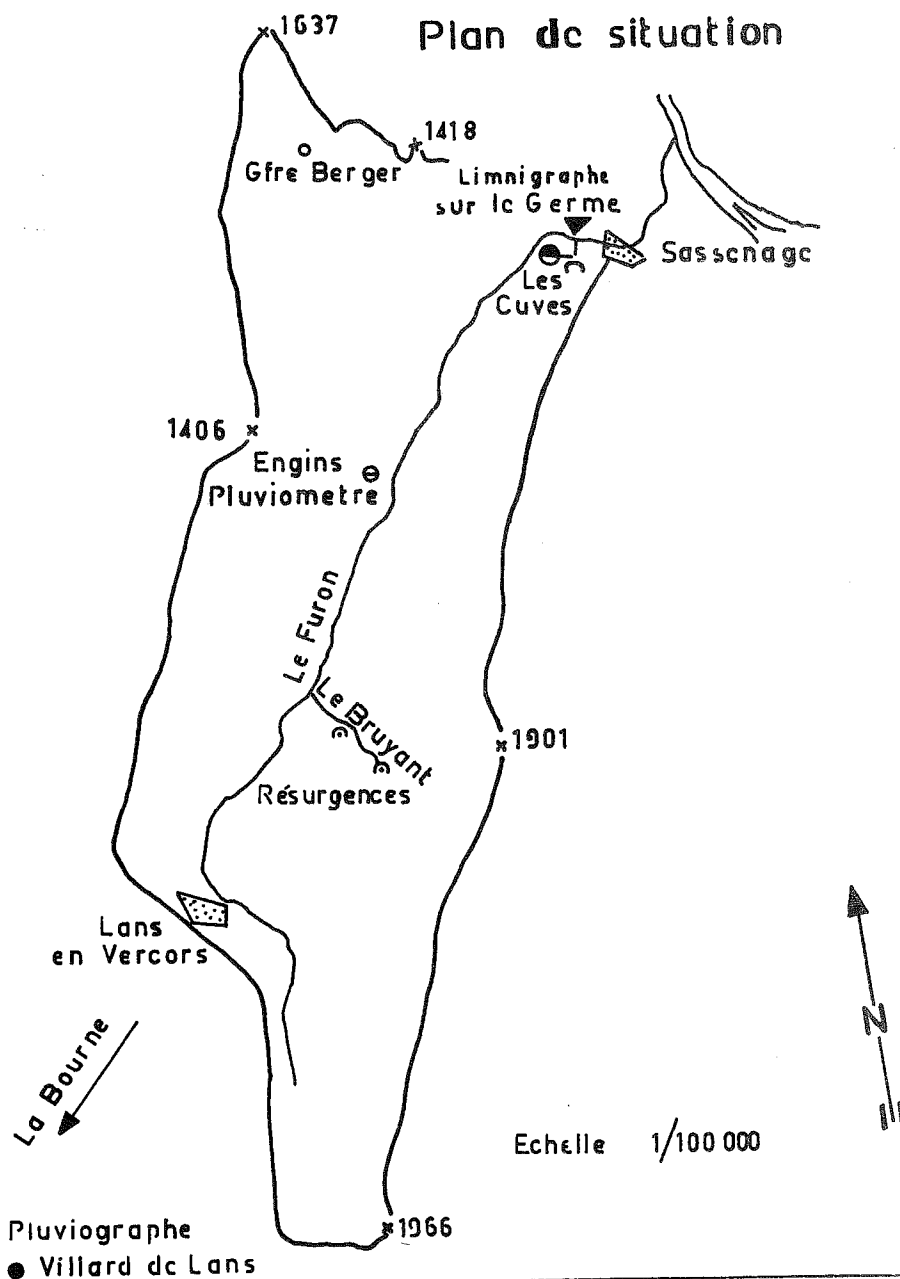
Les mesures de débit effectuées à ce jour ont été réalisées, non pas au droit de la station où la section était particulièrement irrégulière, mais dans le lit du Furon, en amont et en aval du confluent. Le débit du Germe en est



# BASSIN VERSANT DU FURON

①

## Plan de situation



déduit par différence. Des vérifications par jaugeages du Germe lui-même, à la passerelle sise 30 m en amont de la station, et à l'intérieur des Cuves, confirment ces mesures.

Il n'a pas été, jusqu'alors, effectué de jaugeages chimiques, en l'absence d'équipement appropriés, bien que cette méthode semblerait parfaitement convenir.

Par contre, nous avons utilisé le moulinet Arkansas à hélice auto-composante monté sur perche HERES pour les crues, le micro-moulinet OTT - C1 pour les étiages, le radier très régulier formé pour les dalles calcaires de l'entrée des Cuves offrant un profil idéal.

Sept jaugeages échelonnés entre 110 l/s et 3 500 l/s sont à l'origine de l'ébauche de la courbe présentée (pl. 2). Celle-ci a été reportée sur diagramme semi-logarithmique et bi-logarithmique, afin de permettre les extrapolations vers les hauteurs maximales enregistrées, et fournir les éléments du tableau des correspondances hauteurs-débits.

#### IV. - ENREGISTREMENTS LIMNIGRAPHIQUES

Les diagrammes obtenus se présentent techniquement bien (absence de batillage et de retard). La fréquence d'enregistrement est de huit jours, l'observateur étant l'un des nôtres (C.D.). Nous présentons le graphique des débits journaliers (obtenus à partir des limnigrammes et de la courbe de tarage) exprimés en  $m^3/s$ , et en regard, les hauteurs pluviométriques journalières observées à la station d'Engins (pl. 3).

On peut constater d'ores et déjà, la réponse quasi instantanée du réseau considéré. Ceci apparaît de façon plus évidente encore à l'examen du couple hyétogramme (courbes d'averses) - hydrogramme (courbes des crues).

#### V. - ANALYSE D'UNE CRUE (pl. 4)

Il n'a pas été possible, dans l'échantillonnage recueilli à ce jour, de sélectionner une crue afférente à une averse proprement unitaire. Néanmoins, et à titre d'essai, nous nous sommes "risqués" à avancer l'ordre de grandeur du temps de montée de la crue observée, soit, temps compris entre le début de la montée et la pointe de l'hydrogramme, et du temps de réponse, soit, intervalle de temps qui sépare le centre de gravité de la "pluie efficace" de la pointe de l'hydrogramme. La "pluie efficace" est la portion de l'averse ayant donné lieu à du ruissellement. Nous avons posé, à priori, que celle-ci correspondait à la seconde bosse du hyétogramme, la première étant supposée représenter la "pluie d'imbibition", c'est-à-dire la partie de l'averse nécessaire à la saturation des sols, ainsi que l'eau retenue par la végétation, en surface, et par les cavités du réseau mort, en profondeur.

La séparation des écoulements a été réduite à la seule individualisation du débit de base, obtenu en joignant l'origine et la fin de la crue. Cette interprétation sera probablement à reprendre lorsque l'on possèdera des données plus précises sur la relation de transfert pluie - débit du bassin.

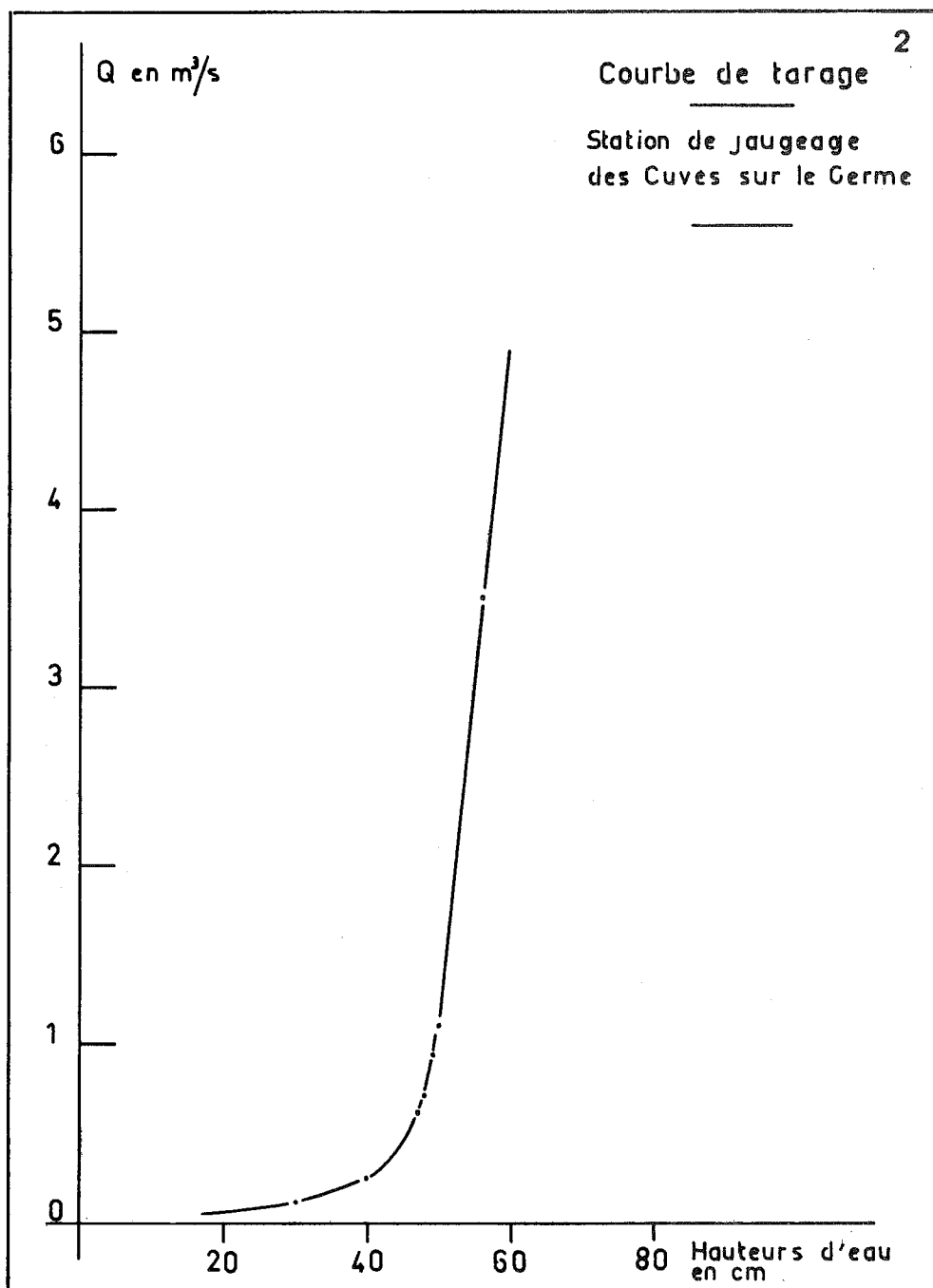
A titre indicatif, l'infiltration obtenue en rapportant le volume d'eau écoulé au droit de la station au volume précipité sur le bassin versant au cours de la pluie efficace, tels que définis plus haut, serait de l'ordre de 16 % (\*) pour l'averse considérée.

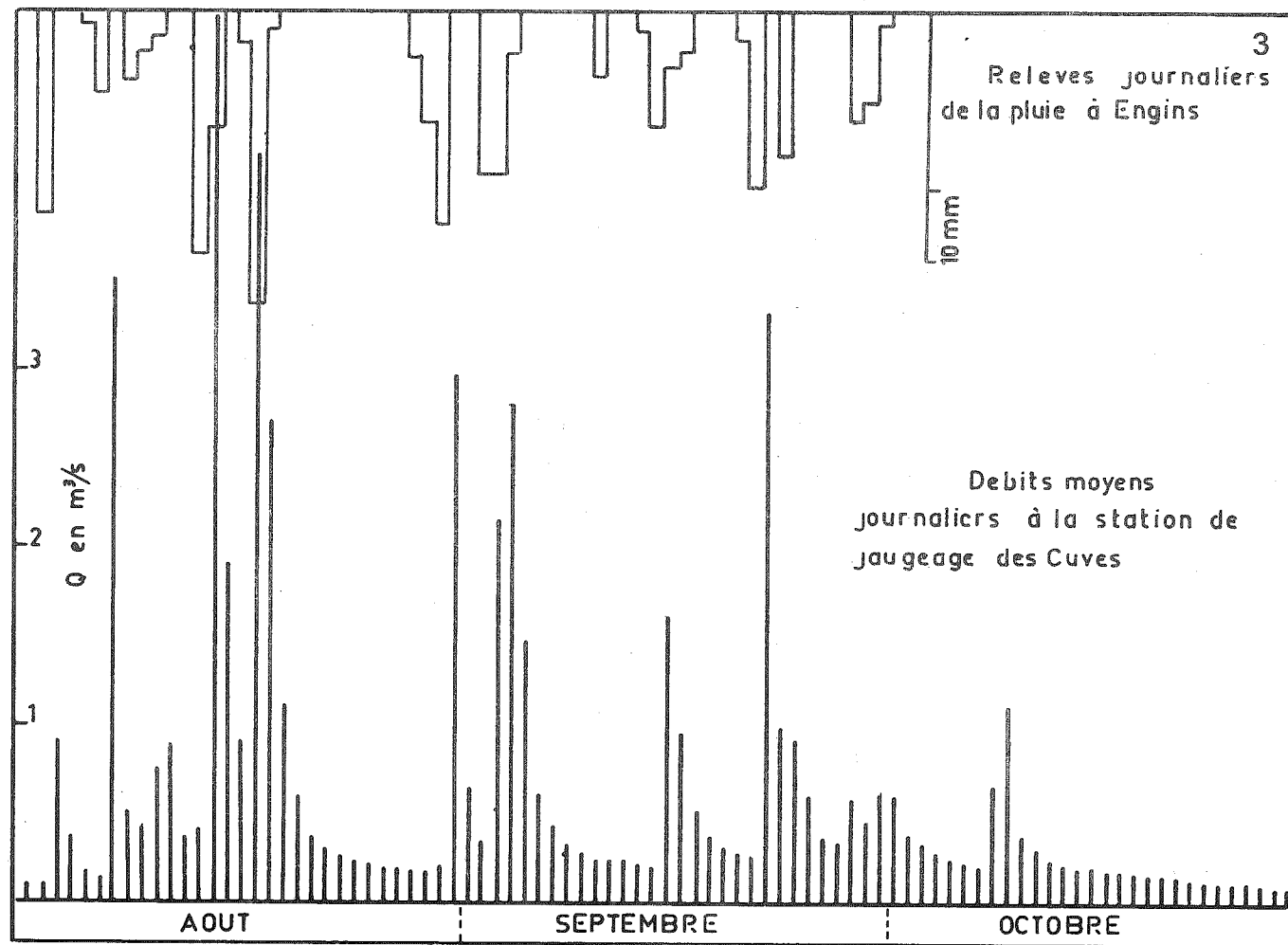
#### VI. - ANALYSE DU TARISSEMENT

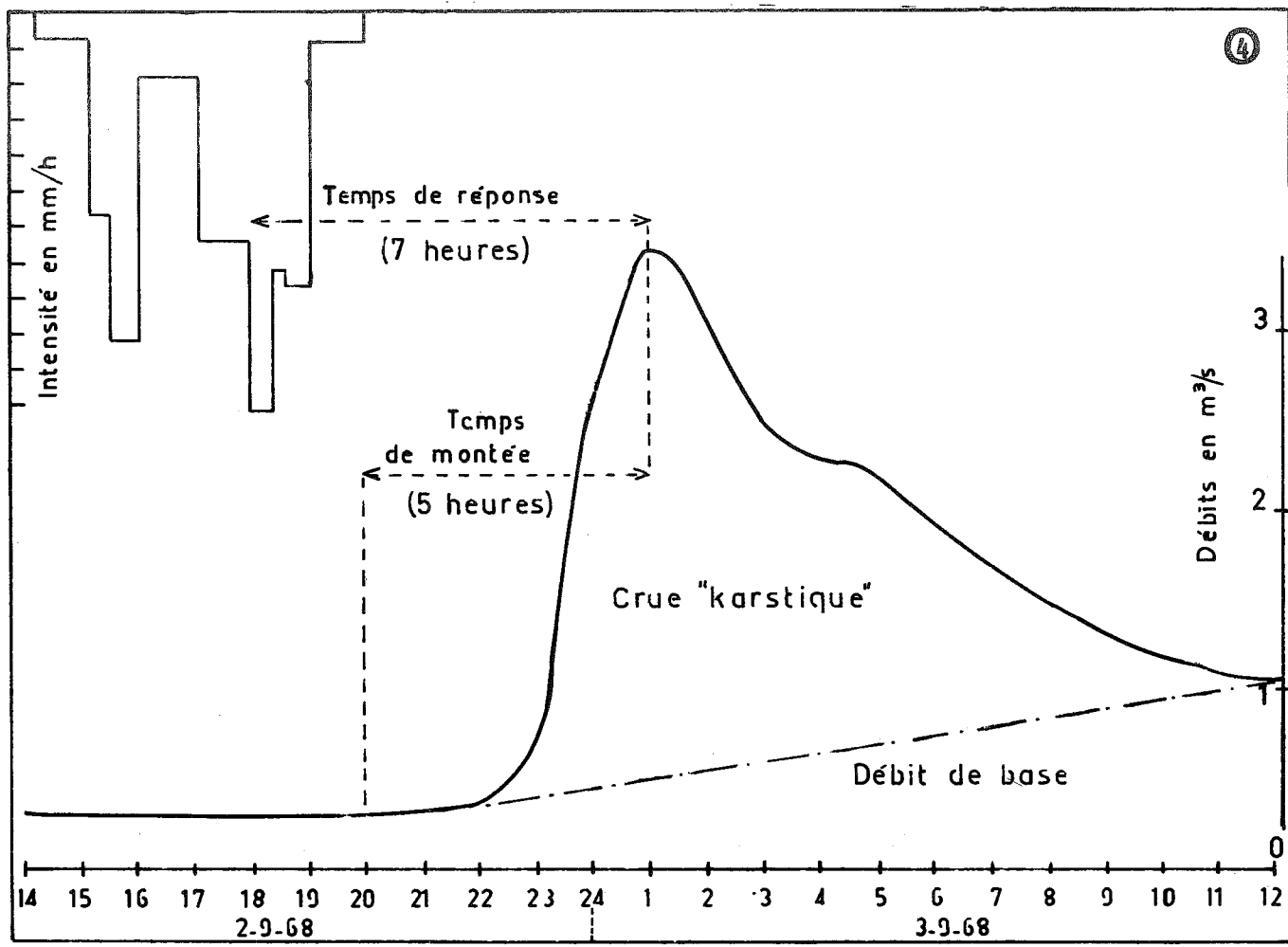
La période du 11 au 25 octobre peut être considérée comme période de non influence, aucune précipitation n'ayant été observée sur le bassin versant. La courbe enregistrée, retranscrite, après conversion des hauteurs en débits sur diagramme semi-logarithmique accuse une rupture permettant de discerner le tarissement de la décrue. Cependant, on possède trop peu de points sur la branche "tarissement" pour tenter une extrapolation. Il faut simplement retenir le principe de la méthode, qui devrait permettre de fournir des indications sur la "rétention" du réseau karstique.

---

(\*) -  $V_{\text{crue}} : 57\,600\,m^3$  -  $V_{\text{averse efficace}} = 352\,000\,m^3$







## VII. - CONCLUSIONS : ORIENTATION DES RECHERCHES A VENIR

Les résultats obtenus depuis la mise en place du dispositif d'observations en août dernier nous incitent à poursuivre les observations et mesures engagées, mais aussi nous mettent dans l'obligation de compléter l'équipement du réseau hydrographique tant superficiel que souterrain, et notamment la résurgence du Bruyant. Ces travaux sont actuellement à l'étude et donneront lieu à réalisation dès le printemps prochain.

Nous espérons ainsi être en mesure de préciser les caractéristiques de l'écoulement souterrain en provenance des Cuves de Sassenage.

## ANNEXE

TABEAU DES DEBITS REMARQUABLES

|                            | <u>ANNEE 1968</u>      |
|----------------------------|------------------------|
| <u>MOIS D'AOUT</u>         |                        |
| Q MAXIMUM INSTANTANE.....  | 9.80 m <sup>3</sup> /s |
|                            | 17 août                |
| MINIMUM .....              | 0.11 m <sup>3</sup> /s |
|                            | 1 et 2 août            |
| <u>MOIS DE SEPTEMBRE</u>   |                        |
| Q MAXIMUM INSTANTANE ..... | 6.35 m <sup>3</sup> /s |
|                            | 22 septembre           |
| MINIMUM .....              | 0.20 m <sup>3</sup> /s |
|                            | 14 septembre           |
| <u>MOIS D'OCTOBRE</u>      |                        |
| Q MAXIMUM INSTANTANE ..... | 3.10 m <sup>3</sup> /s |
|                            | 9 octobre              |
| MINIMUM .....              | 0.15 m <sup>3</sup> /s |
|                            | 30 octobre             |

Intervention de Monsieur PARDE

Monsieur Maurice PARDE demande au conférencier quelle pluie a causé la crue dont il a donné l'hydrogramme et le débit maximum. Puis il désire savoir si Monsieur BARTALA a une idée sur les fortes crues anciennes à la sortie des Cuves de Sassenage. Il paraît que les débits maximums ont atteint 10 m en septembre 1960 et 14 m en octobre suivant.

De toutes façons l'inertie hydrologique du Vercors n'est que relative.

Un modelé morphologique bien conservé :

## LE PALEOKARST MARIN DU VERCORS

-----

Marc BRISSAUD ; Francis CAMOIN.

Situé à l'Ouest des Alpes dauphinoises, le massif du Vercors se présente comme une citadelle bordée de falaises calcaires. Au siècle dernier, son étude fut amorcée par l'aspect stratigraphique des assises : c'est toutefois la notion de faciès qui a dominé par la suite.

Actuellement on peut aller beaucoup plus loin et montrer que le Vercors présente, à peine dissimulés ou retouchés par l'érosion et par tous les phénomènes liés à l'altération superficielle, tous les caractères morphologiques d'un karst marin. De tels caractères s'observent aussi bien sur le modelé d'ensemble que sur des échantillons qu'il est possible de récupérer en surface.

A toutes altitudes, autant dans la partie périphérique jouant le rôle de piémont, que sur les corniches et les crêtes, comme dans l'intérieur des vallons, nous rencontrons de nombreux échantillons, à la fois minéralogiques et paléontologiques.

De tels échantillons, analysés sous ce double aspect, parlent beaucoup plus que sous le seul aspect de témoignages stratigraphiques.

Le premier schéma présente les zones de prélèvement des échantillons, tout en signalant certains aspects morphologiques sur lesquels nous reviendrons par la suite.

Un premier caractère des échantillons recueillis consiste en leur formation marine hydrodynamique :

- ils possèdent une forme extérieure modelée par l'eau ;
- ils présentent des dépôts superficiels d'organismes marins encroûtants ;
- certains sont formés de matériaux divers.

Forme extérieure et organismes encroûtants montrent immédiatement l'existence d'une présence de la mer. Les échantillons constitués de matériaux hétérogènes accusent la présence d'amas de petits galets roulés et classés. Une telle présence nous laisse entrevoir des témoignages d'émersion ultérieure à leur dépôt. Il en est de même pour les échantillons de boues siliceuses enrobant les débris de silex ou polypiers.

Le second caractère de ces échantillons se déduit de l'aspect écologique commun des organismes encroûtants et des polypiers. Ce sont, en effet, des faunes de faible profondeur, voire même de rivage de mers chaudes, dont l'existence est liée aux formes topographiques encore visibles actuellement de même qu'aux affleurements sableux rencontrés à leur voisinage.

Quelques échantillons sont constitués de boue organique. Certains furent récoltés aux flancs d'une cuvette que limite extérieurement le faciès urgonien karstique du Cañon des Erges, au Nord de la Fontaine de Tiolache. D'autres sont des galets purement calcaires récoltés aux pieds de diverses falaises urgoniennes.

Il est tout naturel de considérer ces falaises comme ayant voisiné des rivages.

En mettant en parallèle les reliefs actuels et les échantillons récoltés, c'est un second schéma qui se dessine : les vallons du Vercors furent, en réalité, à l'origine, des lagons communiquant entre eux et séparés par des échines. Ils formaient des séries juxtaposées, allongées dans le sens diamétral maximum du Vercors actuel, alignées du Nord vers le Sud.

Des falaises subverticales périphériques entouraient un tel ensemble. Les deux photos présentant l'échine du Gerbier traduisent bien un tel aspect : falaises crénelées par des passes par lesquelles la houle déferlante amenait des matériaux, venus de l'extérieur, au moment des tempêtes.

Les parties supérieures de ces falaises, ou "chicots d'accrétion" surmontant les crêneaux, sont formées de calcaires coralliens construits. Une telle structure ne comporte aucun signe de stratification.



Seules, des traces de ressac marin, très longues et proches de l'horizontale, s'aperçoivent aux flancs de telles falaises : Gorges de la Bourne, Gorges d'Engins. Les falaises nord du Vercors, situées entre les Roches Noires et la pyramide de la Buffe, en portent encore un très net témoignage, respecté par les érosions et les éboulements.

Ainsi, quelle que soit la partie du Vercors que l'on parcourt, on rencontre en surface le témoignage constant d'une ancienne présence marine, accompagnée de ses érosions de rivage. Cette présence marine s'est traduite par des dépôts calcaires très blancs et très purs, effectués lors d'un climat subtropical.

Le Vercors, en dépit des modifications tectoniques qui l'ont influencé au Tertiaire, nous apparaît comme un paléokarst d'origine marine, respecté par la turgescence du "Fin - Crétacé" et du "Fin - Tertiaire".

C'est un des paléokarsts européens les plus complets dans ses restes morphologiques fossilisés : des grottes d'aspect sous-marin s'y rencontrent, proches de plages sableuses et de récifs à polypiers. Certaines de ces grottes de calanques sont encore, à leur entrée, garnies de coquillages fossilisés sur leurs parois (Grotte d'Herbouilly, Trou qui Souffle, Gouffre Berger).

Tout ceci va être précisé par une analyse portant sur les paramètres caractérisant les échantillons présentés. Les procédés de classement de l'algèbre moderne (algèbre de Boole) ont été utilisés pour mettre en évidence les structures morphologiques de ce paléokarst marin.

### CLASSEMENT DES ECHANTILLONS

Le langage ordinaire utilise une syntaxe complexe dans laquelle une même forme correspond à de nombreux types de relations. La connaissance scientifique, au contraire, a besoin d'utiliser des éléments dont la définition soit sans équivoque et des relations dont la portée soit exactement définie. Cette exigence entraîne l'emploi du langage mathématique dans l'expression des faits et de leurs relations.

L'extension moderne des mathématiques, par delà le domaine numérique, au domaine qualitatif (théorie des ensembles) a étendu leurs possibilités d'application aux Sciences Naturelles et aux Sciences Humaines. L'essai présenté est une tentative pour appliquer les mathématiques à une détermination fine des caractères de morphologie récifale.

La première phase de toute étude consiste dans le recueil d'observations et d'échantillons. La première opération logique sur ces échantillons est leur dénombrement. Leur mise en ordre commence, ensuite, par une classification, première amorce de toute structuration : les objets qui, d'un certain point de vue, sont considérés comme équivalents, sont rangés ensemble.

A ce concept de classification d'objets s'applique, dans le langage de la théorie des ensembles, une opération mathématique bien définie : la partition d'un ensemble.

"Une partition dans ou sur un ensemble est une division de celui-ci en parties disjointes telle que chaque élément de l'ensemble soit dans une et une seule de ses parties. Les parties disjointes d'une partition sont appelées classes".

Dans la suite nous utiliserons ce langage logico-mathématique de préférence à une formulation intuitive.

#### Intérêt de cette présentation

- l'algorithme de classement choisi peut être utilisé directement par une machine à calculer (ordinateur) ;
- les opérations logiques peuvent lui être appliquées (algèbre de Boole, théorie des Treillis) et la représenter sous forme de graphes.

Cependant, il persiste un arbitraire ; avant toute opération de classement, il faut choisir un certain nombre de propriétés, caractères ou prédicats qui serviront à établir les classes d'équivalence.

Il faut bien admettre que, dans le choix de ces prédicats nous avons une préférence tacite pour certains d'entre eux dont la structure logique nous apparaît intuitivement.

Schéma des opérations logiques suivies

1. Recueil des observations ou échantillons
2. Dénombrement des échantillons
3. Mise en ordre par classification

Etablissement de clauses par partition de l'ensemble  
suivant les propriétés :  $P_1 ; P_2 ; \dots ; P_n$

Structuration par réduction du nombre des classes

Introduction d'un ensemble de classes ou Système

Choix des systèmes comme élément de base d'un nouveau référentiel

Dans le classement des douze échantillons présentés, nous avons adopté, pour un premier stade, quatre propriétés  $P_1, P_2, P_3$  et  $P_4$  qui sont les suivants :

|         |                                                               |   |                                                                                                                                                                |
|---------|---------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $P_1 =$ | l'échantillon présente (1)<br>ou ne présente pas (0)          | { | un modelé de surface dit :<br>"hydrodynamique"                                                                                                                 |
| $P_2 =$ | l'échantillon est recouvert (1)<br>ou n'est pas recouvert (0) | } | d'organismes marins "encroûtants"                                                                                                                              |
| $P_3 =$ | l'échantillon montre en surface (1)<br>ou ne montre pas (0)   | } | des fossiles caractéristiques au point de vue écologique<br>marin, et même plus particulièrement écologique récifal<br>(polypiers, bryozoaires, éponges, etc.) |
| $P_4 =$ | l'échantillon a été trouvé (1)<br>ou n'a pas été trouvé (0)   | } | en place                                                                                                                                                       |

Avec les quatre caractères choisis, l'analyse des douze échantillons se présente ainsi :

|      | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
|------|-------|-------|-------|-------|
| (1)  | 1     | 1     | 0     | 1     |
| (2)  | 0     | 0     | 1     | 1     |
| (3)  | 1     | 1     | 1     | 1     |
| (4)  | 1     | 0     | 1     | 0     |
| (5)  | 1     | 0     | 1     | 0     |
| (6)  | 1     | 1     | 1     | 1     |
| (7)  | 1     | 0     | 1     | 1     |
| (8)  | 1     | 0     | 1     | 0     |
| (9)  | 1     | 1     | 0     | 1     |
| (10) | 1     | 1     | 1     | 1     |
| (11) | 1     | 1     | 0     | 1     |
| (12) | 1     | 1     | 1     | 1     |

ce que l'on peut aussi représenter par le tableau latin suivant :

|    | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1  |                |                |                |                |
| 2  |                |                |                |                |
| 3  |                |                |                |                |
| 4  |                |                |                |                |
| 5  |                |                |                |                |
| 6  |                |                |                |                |
| 7  |                |                |                |                |
| 8  |                |                |                |                |
| 9  |                |                |                |                |
| 10 |                |                |                |                |
| 11 |                |                |                |                |
| 12 |                |                |                |                |

qui s'analyse ainsi :

| Partition des éléments de l'ensemble | Classes d'équivalence | Transcription en algèbre de Boole |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| (A) 1<br>9<br>11                     | E <sub>1</sub>        | 1 1 0 1                           |
| (B) 4<br>5<br>8                      | E <sub>2</sub>        | 1 0 1 0                           |
| (C) 3<br>6<br>10<br>12               | E <sub>3</sub>        | 1 1 1 1                           |
| (7) 7                                | E <sub>4</sub>        | 1 0 1 1                           |
| (2) 2                                | E <sub>5</sub>        | 0 0 1 1                           |

Les éléments peuvent être classés dans un nouvel ordre, tenant compte de l'importance croissante du facteur O : c'est-à-dire de l'absence d'un nombre croissant de caractères distinctifs.

|    | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> |                |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3  | 1              | 1              | 1              | 1              | E <sub>3</sub> |
| 6  | 1              | 1              | 1              | 1              |                |
| 10 | 1              | 1              | 1              | 1              |                |
| 12 | 1              | 1              | 1              | 1              |                |
| 1  | 1              | 1              | 0              | 1              | E <sub>1</sub> |
| 9  | 1              | 1              | 0              | 1              |                |
| 11 | 1              | 1              | 0              | 1              |                |
| 7  | 1              | 0              | 1              | 1              | E <sub>4</sub> |
| 2  | 0              | 0              | 1              | 1              | E <sub>5</sub> |
| 4  | 1              | 0              | 1              | 0              | E <sub>2</sub> |
| 5  | 1              | 0              | 1              | 0              |                |
| 8  | 1              | 0              | 1              | 0              |                |

La matrice booléenne peut maintenant s'écrire, entre les éléments A, B, C... et les classes  $E_1 \dots$  :

|     | $E_1$ | $E_2$ | $E_3$ | $E_4$ | $E_5$ |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| (A) | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| (B) | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| (C) | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| (7) | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| (2) | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |

Dans cette matrice, les dénominations des classes seront :

- (A)  $E_1$  = Mur récifal ou passe récifale  
 (B)  $E_2$  = Avant-talus récifal, côté du large  
 (C)  $E_3$  = Lagon : plage interne d'arrière-récif  
 (7)  $E_4$  = Zone de transition d'avant-récif  
 (2)  $E_5$  = Bassin pélagique d'avant-récif.

Ceci est précisé sur le troisième schéma (coupe morphologique).

#### ANALYSE DES ECHANTILLONS MINERALOGIQUES (sans fossiles)

- 13 - Boue à "Load cast" du poljé de Méaudre.  
 14 - Calcaire à gravillons quartzeux de la passe de la Croix Perrin.  
 15 - Grès à petits gravillons du Trou qui Souffle, près Méaudre.  
 16 - Galets de paléoplage, Saint-Nizier.  
 17 - Sables verts de Saint-Julien-en-Vercors.  
 18 - Barre grésifiée des Alberts.  
 19 - Load cast grésifié des Alberts.  
 20 - Plaque mince de la barre des Alberts.  
 21 - Calcaire à boue fine, Lagon de Tiolache.  
 22 - Sable, lagon de Méaudre.  
 23 - Sable blanc de Pont-en-Royans.

Les caractéristiques choisies sont les suivantes :

| Caractères<br>Echantil-<br>lons | $P_1$<br>Hétérogénéité | $P_2$<br>Facteur<br>directionnel | $P_3$<br>Indice de transition<br>de 2 milieux | $P_4$<br>Minéral<br>caractéristique | $P_5$<br>In situ |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 13                              | 1                      | 1                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 14                              | 1                      | 1                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 15                              | 0                      | 0                                | 0                                             | 1                                   | 1                |
| 16                              | 1                      | 0                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 17                              | 1                      | 0                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 18                              | 1                      | 1                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 19                              | 1                      | 1                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 20                              | 1                      | 1                                | 1                                             | 1                                   | 1                |
| 21                              | 0                      | 0                                | 0                                             | 0                                   | 1                |
| 22                              | 0                      | 0                                | 0                                             | 0                                   | 1                |
| 23                              | 0                      | 0                                | 0                                             | 0                                   | 0                |

Dans ce tableau, la "non-présence" du caractère correspond au facteur (0).

Ceci fait, nous classerons les échantillons en quatre "classes" d'équivalence :

|       |   |   |   |   |   |                                                                         |
|-------|---|---|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------|
| $C_1$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Plage lagunaire,<br>côté interne<br>ou<br>Talus récifal<br>côté interne |
|       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |                                                                         |
|       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |                                                                         |
|       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |                                                                         |
|       | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |                                                                         |
| $C_2$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Dépôt de la zone<br>centrale du Lagon                                   |
|       | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |                                                                         |
|       | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |                                                                         |
| $C_3$ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | Sable ou argile du sillon<br>interne profond                            |
|       | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |                                                                         |
| $C_4$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Sédiment rejeté en dehors<br>du domaine récifal                         |

Si l'on se rapporte à la coupe présentée, on constate que les classes  $C_1$  et  $C_2$  sont une partition de la classe morphologique  $E_3$  définie précédemment.

La classe  $C_3$ , sables fins ou argiles du sillon interne profond, ne semble inclure que des sédiments fins, donc n'avait pu être décelée à partir des échantillons fossilifères grossiers analysés précédemment.

#### LIAISON AVEC LES ELEMENTS DE MORPHOLOGIE KARSTIQUE

Si nous appelons :  
 $K_1$  un élément de morphologie karstique pouvant être

$K_2$  un élément de morphologie karstique du type

$K_3$  - idem -

nous dirons que  $E_1$   $K_1$  si l'échantillon présenté comme appartenant à la classe  $E_1$  a été trouvé au sein même d'un élément  $K_1$ .

De plus, nous dirons :

si l'échantillon appartenant à  $E_1$  se trouve au voisinage de  $K_1$ .

Enfin :

si le voisinage de  $E_1$  ne contient jamais aucun  $K_1$ .

{ grotte  
gouffre  
aven  
lapiés ou surface lapiazée à caractère  
marin. (bords superficiels arrondis)  
poljé  
ou dépression de faible  
profondeur

#### CONCLUSION

En laissant de côté les éléments qui ne sont pas en place (classe  $E_2$ ) ; de l'ensemble des observations effectuées sur le terrain, et du classement des échantillons présentés, nous pouvons mettre en évidence les relations suivantes :

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $E_3$ | $K_1$ | $C_2$ | $K_3$ | $E_1$ |       |
|       | ou    |       |       | $E_4$ | $K_1$ |
| $C_1$ | $K_2$ | $C_2$ | $K_1$ | $E_5$ | $K_2$ |
|       |       |       |       | $C_3$ | $K_3$ |
|       |       |       |       | $C_4$ |       |

ou, en langage ordinaire : les classes E<sub>3</sub> et C<sub>1</sub> sont toujours associées aux éléments de morphologie karstique K<sub>1</sub> ou K<sub>2</sub> (grottes ou lapiés).

Les classes E<sub>1</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub>, C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> ne nous ont jamais paru associées aux éléments karstiques K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> et K<sub>3</sub> définis précédemment. La classe C<sub>2</sub> (zone interne de lagon) est associée au facteur K<sub>3</sub> (poljé), et des grottes marines figurent, en général, dans son voisinage.

Remarquons que la classe E<sub>2</sub> représentant des échantillons qui ne sont pas en place ne peut pas être logiquement reliée à un élément de morphologie de surface.

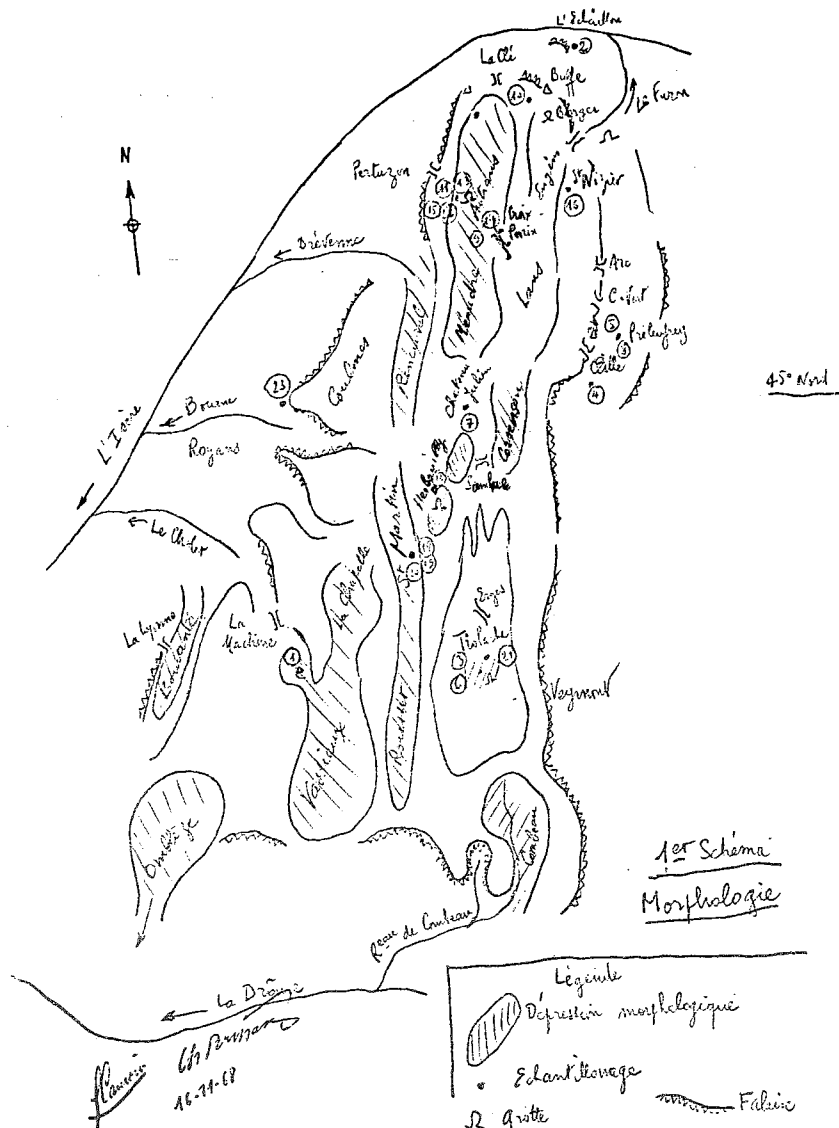
En résumé, cette méthode permet :

1. l'analyse directe sur le terrain des échantillons sans être dans l'obligation de les ramener ;  
le stockage des observations sous forme de cartes perforées au lieu de stocker les échantillons eux-mêmes (gain de place).
2. possibilité de faire tirer l'information contenue dans ces cartes par un ordinateur, on évite ainsi de refaire, pour chaque échantillon recueilli, la même démarche de classement logique (gain de temps).
3. une fois admis les critères de classement, le classement est effectué par un ordinateur qui, dans son fonctionnement, est absolument impartial et infaillible (élimination de "l'équation personnelle" du classificateur).

#### LISTE ET ORIGINE DES ECHANTILLONS MORPHOLOGIQUES PRESENTES

| Echantillon<br>Numéro | ORIGINE                                        | CLASSE              | Altitude de pré-<br>lèvement (m) |
|-----------------------|------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| (1)                   | Col de la Machine                              | E <sub>1</sub> 1101 | 1 350                            |
| (2)                   | Galet de pied de falaise (Dent de Moirans)     | E <sub>5</sub> 0011 | 300                              |
| (3)                   | Lagon, Fontaine de Tiolache                    | E <sub>3</sub> 1111 | 1 450                            |
| (4)                   | Madréporaire, au-dessus Col de l'Arzelier      | E <sub>2</sub> 1010 | 1 250-1 300                      |
| (5)                   | Plaque à Enchrine, Récifs de Prélénfrey        | E <sub>2</sub>      | 1 200                            |
| (6)                   | Lagon, Fontaine de Tiolache                    | E <sub>3</sub>      | 1 300-1 350                      |
| (7)                   | Couche à Orbitolines de Château-Julien         | E <sub>4</sub> 1011 | 1 430                            |
| (8)                   | Récif à Polypiers de Prélénfrey                | E <sub>2</sub>      | 1 200                            |
| (9)                   | Passe de la Croix Perrin                       | E <sub>1</sub>      | 1 200                            |
| (10)                  | Pyramide de la Buffe, versant interne          | E <sub>3</sub>      | 1 520                            |
| (11)                  | Poljé marin de la Clairière du Sabot (Méaudre) | E <sub>1</sub>      | 1 350                            |
| (12)                  | Grès à Bryozoaires, Paléoplage d'Herbouilly    | E <sub>3</sub>      | 1 340                            |

5° 35'  
Est français

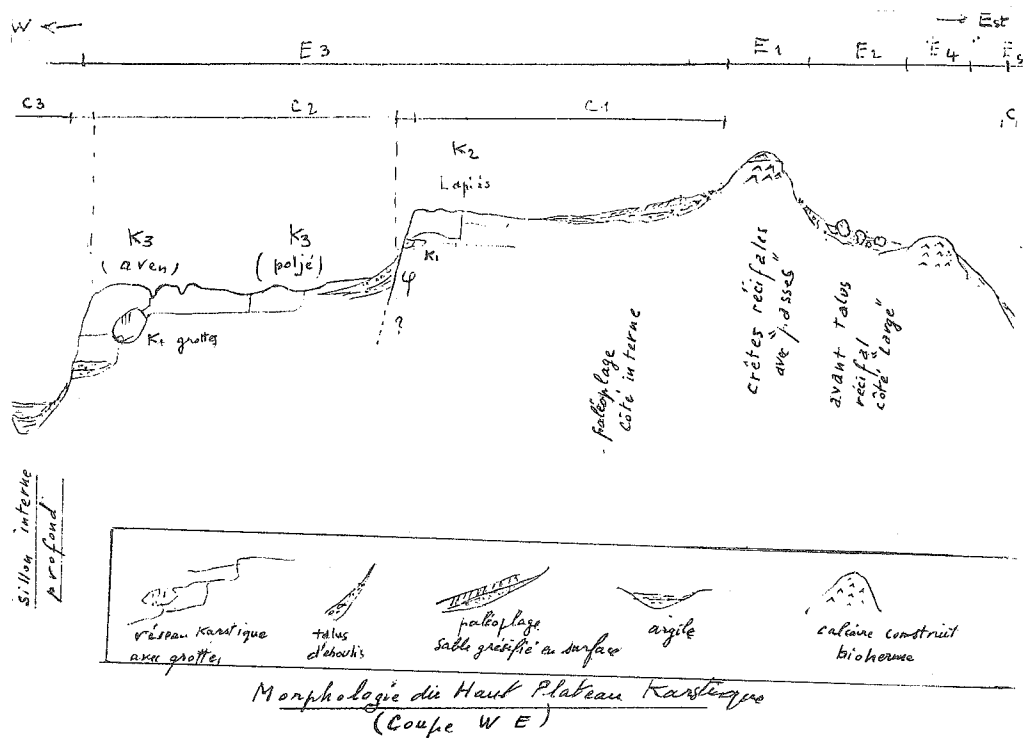


N  
A  
N



Schéma n°2  
Dépressions de lacs  
en Vercors

Passoir  
16-11-68



Ed Brillaud & F Camoin  
16-11-68

L'APPARITION EN VERCORS DU KARST LIEE A L'ECHELLE  
CONNUE DES TEMPS GEOLOGIQUES

Il y a 65 millions d'années, lorsque se termine l'ère secondaire, les eaux de la mer vocontienne voient s'accroître une sédimentation des "carbonates" portés, jusque là, en solution.

Cette sédimentation, correspondant à un changement d'ère géologique, renforce les minces échines récifales qui constituent les seules parties émergées ou à la limite d'émersion du futur Vercors...

Des paramètres thermodynamiques influencent les solutions carbonatées : le passage d'un seuil de température facilite l'activation de la sédimentation.

Des "gels siliceux", fin d'un lessivage qui provient de l'érosion accusée sur le massif hercynien du centre de la France, sont répartis, eux aussi, dans les eaux vocontiennes : ils se sédimentent, en Vercors, avec les carbonates. Ceci forme le niveau stratigraphique appelé par les géologues : "calcaires sénoniens à silex".

A la fin du Crétacé, lorsque s'amorce la "phase laramienne" de l'orogénie alpine, une série d'oscillations, issues du tréfonds, permet aux ultimes dépôts carbonatés et siliceux sédimentés à l'emplacement du futur Vercors de subir une "turgescence d'avant-fosse"...

La réelle mise en place du "Paléokarst marin du Vercors" s'amorce. Des alternances d'émersion et d'immersion vont faire passer, à la limite ère secondaire - ère tertiaire, le futur Vercors en un état partiellement exondé que nous dirons : "état lagunaire"....

Enfin, après son émergence et durant des millions d'années, la majeure partie du Vercors se trouvera protégée par une "phyto-couche" de plus en plus arborescente, donc de plus en plus dense.

Et simultanément, des argiles à humus, irrégulièrement réparties sur le vaste bouclier physico-chimique des calcaires devenus "saccharoïdes", permettront au Karst du Vercors de "demeurer" jusqu'à nos jours.



## AGE GEOLOGIQUE POSSIBLE POUR LE KARST DU VERCORS

-----

L'essai, ci-dessus présenté, s'est limité au "domaine morphologique", donc au domaine tout à fait "superficiel". Pour la phase d'immersion, l'hypothèse d'une sédimentation thermodynamique constitue la base d'une explication. En vue de compléter de telles informations, il convient bien sûr de rattacher la présence du Karst du Vercors à ce que constitue la "Géologie Historique".

Dès l'Albien, il y a cent dix millions d'années, l'immersion n'était certainement pas complète...

Les surfaces d'accrétion récifale constituaient des "biohermes", autrement dit des "constructions biologiques" en récifs lenticulaires : c'étaient des zones irrégulièrement réparties qui, contrairement aux phénomènes de sédimentation, présentaient des lacunes dans leur masse ; Stromatopores, Coralliaires, Crinoïdes, Brachiopodes, Spongiaires et Algues étaient absents dans les creux, dans les rides de surfaces chargées de "boues", dans les sillons en forme de chenaux, zones parcourues de courants trop violents...

Simultanément, au contact de l'atmosphère et dès l'Albien, l'action dynamique des eaux marines (par les houles et les tempêtes) renforçait ces inégalités de la surface en créant ainsi l'amorce du Karst...

Au même moment de l'histoire géologique, lorsque s'effectue dans les Alpes orientales la phase orogénique dite "Autrichienne", une plage siliceuse s'étendait au Nord du Vercors, depuis l'emplacement de la Molière jusqu'au Sornin.

Le grattage des sables voisinant la source de la Molière met en effet à jour des Dipoloceratides accompagnés de petites Belemnites : ceci montre que cette plage s'est bien formée à l'Albien. La plage s'étendait d'un seul tenant jusqu'à l'emplacement d'un replat situé, au Sornin, sur la partie sud de la zone de captage alimentant la source "Alexis Francoz".

Des silices, venues de l'Est et de l'Ouest au gré des flots vocontiens, se déposèrent sur cette zone isopique puis se transformèrent en dunes littorales soumises aux vents venus du large...

Ultérieurement, sous l'effet d'oscillations de l'écorce, la mer détruit une partie de la plage albienne "La Molière Le Sornin" : elle transforme cette plage en la très longue zone de lapiés qui peut se parcourir actuellement du Sornin à La Molière. De même, en amont d'Autrans, sur le chemin du Pas de la Clé, un très court trajet permet d'abandonner la zone isopique albienne du Pré de Gève, marquée par sa source captée. Après franchissement d'un seuil à Orbitolines, nous rencontrons la zone "post-albienne" marquée par le "lapias du Pas de la Clé" : même explication que précédemment pour l'origine marine et le datage géologique de ce lapias.

Enfin, aux "Alberts" de Saint-Julien-en-Vercors, se trouve une épaisse lentille de sable siliceux "glauconieux", chargée par des silicates "ferro-phosphatés" en grains roulés et sans facettes ; cette lentille repose sur des calcaires récifaux englobés d'organismes encroûtants accompagnés par de rares polypiers, le tout bordé par des lapiés : nous y relevons une ancienne plage albienne bordant le sillon profond qui joignait le Nord du Vercors donc les Ecouges au Sud du Vercors : Le Rousset...

Partout, dans le Vercors, un lapias domine une zone sableuse. De même, fin Crétacé durant la "Turgescence Laramienne", un phénomène identique d'exondation partielle se renouvellera. De plus, la "Trilogie Priabonienne" n'a pas été marquée en Vercors, semble-t-il, par des témoignages de sédimentation car il n'y a pas été rencontré, jusqu'à maintenant, de Nummulites : question climatique, peut-être.

Enfin, lors de la "phase rhodanienne", datant de huit à dix millions d'années, des fracturations vont achever le gros travail de maturation géodynamique en Vercors. Jusqu'aux Cévennes se ressent une tectonique de "fractures" : le Vercors, désormais mûr et solidifié, perd ce qui lui restait de viscosité ou de "souplesse", il se montre "cassant". De grandes failles et des dislocations marquent alors le Karst, elles s'accompagnent de réseaux de "diaclasses"... Celles qui furent aux temps d'autrefois les "sources sous-marines" voient se modifier leur régime, puisque la tectonique prévaut : après l'émersion la source se transforme en "grotte".

Ainsi, l'hypothèse unique : "présence de la mer liée aux effets de la tectonique" conduit à une explication cohérente sur l'origine du Karst en Vercors, ouvre des domaines annexes restant à étudier, de même que de vastes horizons de recherche.

Beaucoup d'observations restent encore à effectuer sur le terrain : silices, paléocourants, dispersions de particules marquant les variations de turbidité, zones perméables de surface et aquifères sableux, etc. ...

Situé près du col des Deux-Sœurs, ce scialet s'ouvre à l'aplomb des grands puits remontants de la grotte des Deux-Sœurs. Nous pensions réaliser une jonction entre les deux cavités. Le scialet de la Nymphe a été exploré jusqu'à 401 m de profondeur et nous n'avons pas encore réussi à établir une jonction, bien que des courants d'air autorisent à penser qu'il existe une communication entre les deux cavités. Le scialet de la Nymphe se développe principalement en puits, dont le creusement a été orienté par une faille est-ouest. Pas de circulation d'eau, mais des amas de glace de -30 à -100.

2. - Le scialet Moussu : commune de Corrençon - x = 853,32 ; y = 306,48 ; z = 1665.

Situé au pied de la Moucherolle, le scialet Moussu a été exploré jusqu'à 536 m de profondeur. Bien qu'il ait plus de méandres qu'au scialet de la Nymphé, le scialet Moussu se développe en puits, surtout à partir de -200, où le creusement a été facilité par des diaclases. A -140 m on trouve un ruisseau de quelques l/s (bien qu'au printemps ce débit est très nettement plus élevé). On suit cette eau jusqu'à -536, où elle s'infiltre dans des fissures. Il n'y a pas eu de coloration, mais il ne fait aucun doute que cette eau ressort à la Goule Blanche. Dans ce scialet nous trouvons de la glace en gros cristaux jusqu'à -140 m (formation par courant d'air aspirant).

III - La grotte de la Goule Blanche - Commune de Villard de Lans - x = 850,41 ; y = 312,27 ; z = 832 m

A sa sortie la rivière a été captée par l'E.D.F., qui turbine ses eaux à l'usine de la Haute-Bourne. La rivière est rapidement impénétrable. Il faut suivre une galerie fossile pour la retrouver à 500 m de l'entrée. La progression est arrêtée 250 m plus loin par un siphon. D'un développement de 1200 m de galeries, la grotte de la Goule Blanche se développe dans l'axe d'une faille d'azimut 130°.

La rivière a un débit très variable : de 200 l/s à plusieurs m<sup>3</sup>. Mais son débit relativement important en période de sécheresse montre assez bien que l'alimentation de la rivière est située en partie sur les hauts plateaux de l'Est du Vercors.

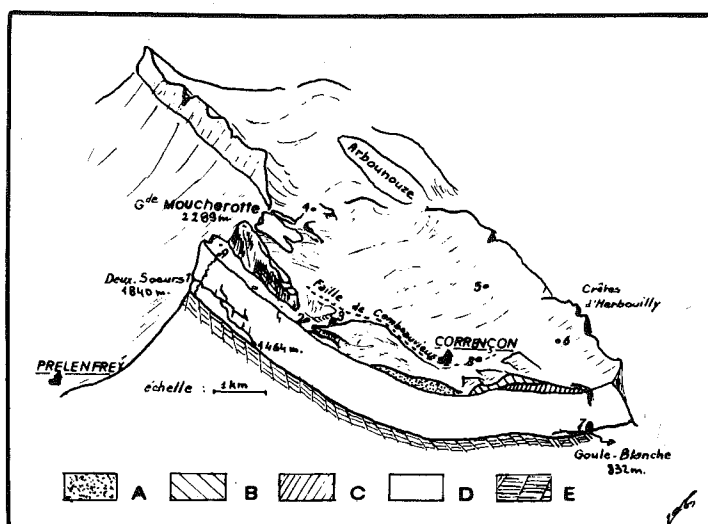
Analyses chimiques effectuées à la Goule Blanche (d'après Spélaion Carso n° 5-1967 et n° 4-1966)

| Date    | Température<br>C | pH   | Alcal.<br>Ca CO <sub>3</sub><br>mg/l | Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup><br>Ca CO <sub>3</sub><br>mg/l |
|---------|------------------|------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 20.8.66 | 6,8              | 7,59 | 120                                  | 105                                                               |
| 15.4.66 | 6,5              | 8,15 | 120                                  | 124                                                               |

# CONCLUSIONS

La coloration de la rivière de la grotte des Deux-Sœurs a permis de mettre en évidence une percée hydrologique importante. En effet, la dénivelée grotte des Deux-Sœurs et Goule Blanche est de 1008 m pour 8 700 m de distance. Si l'on admet que le scialet de la Nymphé fait partie du réseau, la dénivelée devient 1216 m. Ce réseau se développe dans l'Urgonien, carapace puissante de 300 m et plus. Les startes s'inclinent régulièrement jusqu'au fond du synclinal, puis se relèvent à l'Ouest (crête d'Herbouilly). L'Urgonien repose sur l'Hauterivien sur lequel se collecte les eaux. De nombreuses failles jouent certainement un rôle important dans l'écoulement des eaux souterraines.

Les eaux de la rivière de la grotte des Deux-Sœurs doivent s'écouler assez rapidement jusqu'à l'aplomb de Villard de Lans. Mais à ce niveau, l'anticlinal de Sassenage se faisant encore sentir, la circulation doit se faire en conduits noyés, pour résurger plus loin à la Goule Blanche.



- 1 - Grotte des Deux-Sœurs (-376)
- 2 - Scialet de Font-Bressant (-105)
- 3 - Scialet Moussu (-536)
- 4 - Scialet de la Combe de Fer (-650)
- 5 - Scialet Jésus (-120)
- 6 - Scialet de Malaterre (-140)
- 7 - Grotte de la Combe Blanche
- 8 - Glacière de Corrençon
- 9 - Scialet de la Nymphé.

- A - Dépôts glaciaires
- B - Sénonien
- C - Albien
- D - Urgonien
- E - Hauterivien.

## CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES DES EAUX DU MASSIF DU VERCORS DANS LE DEPARTEMENT DE L'ISERE

-----  
par A.F. CHOUTEAU et R. MAGNIN

Le massif du Vercors est en partie situé dans le département de l'Isère ; notre laboratoire (\*) assure le contrôle, la surveillance et les analyses pour projets de captages des eaux de cette région.

Nous possédons ainsi un dossier analytique important concernant la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'alimentation et de surface qui émergent dans ce massif et qui peuvent être supposées d'origine karstique.

A part un certain nombre d'analyses complètes types I, la majeure partie des résultats d'analyses dont nous disposons sont des types II et III effectués conformément à l'arrêté du 15 mars 1962 (4, p. 19-22).

Les types II sont des analyses de surveillance concernant des critères chimiques, physiques et bactériologiques :

- 1) Analyse chimique : oxygène cédé par  $\text{KMnO}_4$ , dureté totale, titre alcalimétrique complet, ammoniaque, nitrites, nitrates, chlorures, sulfates, fer ;
- 2) Analyse physique et organoleptique : température, pH, turbidité, résistivité, couleur, saveur, odeur ;
- 3) Analyse bactériologique :
  - dénombrement total des bactéries sur gélose nutritive à 37° et 20°
  - colimétrie, c'est-à-dire dénombrement des *Escherichia coli* et bactéries coliformes ;
  - dénombrement des *Clostridium* "sulfito-réducteurs" si les eaux sont traitées, et dénombrement des *Streptocoques* "fécaux" si les eaux ne sont pas traitées.

Nous avons essayé d'exploiter ces documents dans le but d'en faire une synthèse et d'obtenir les caractères physico-chimiques et bactériologiques spécifiques des eaux du Vercors.

Cependant un certain nombre de remarques nous paraissent utiles à préciser : ces résultats d'analyses portent la plupart du temps sur un mélange de plusieurs sources, au débit variable, rassemblées dans un même réservoir. Ces sources ont souvent la même origine, présentent les mêmes caractéristiques et font l'objet de trois analyses annuelles à des périodes différentes, ce qui nous a permis de faire un bilan général sur les eaux du massif, mais les études particulières ne portent que sur les captages ne comptant qu'une seule source.

### I. - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

A - Un premier examen de l'ensemble des analyses effectuées sur les eaux captées dans le massif du Vercors, (tableau I) nous permet de dire que :

1. - Il n'existe pas, à l'altitude où peuvent être faits les captages, d'eaux à la minéralisation très faible, comme on en rencontre dans les massifs voisins (Oisans et Belledonne en particulier). Les eaux, en pays calcaire, ont toujours une minéralisation moyenne ou élevée.

2. - La minéralisation ne dépend pas de l'altitude du captage. En effet, on rencontre des eaux à minéralisation relativement élevée, sur le plateau : à Villard de Lans par exemple (sources Guichard, du Renard ou du Fond de la May) ou à Autrans (source de l'Achard aux Ronins) comme au pied de la montagne : à Pont-en-Royans, à Izeron, etc. Par contre, on rencontre des eaux à minéralisation moyenne sur le plateau de Villard de Lans (sources des Eymards, de la Goule Blanche, de Charles Achille) ou à Autrans (Bellecombe) comme au pied de la montagne à Sassenage (Le Germe) à Mallevall, Noyarey, etc.

-----  
(\*) - Laboratoire agréé de 1re catégorie pour l'étude et la surveillance des eaux - Directeur : professeur R. SEIGNEURIN.

TABEAU I

Caractéristiques chimiques des eaux du massif du Vercors dans le département de l'Isère  
(Tableau établi à partir des deux dernières analyses en date, de chaque source).

|                                                       |                 |      |      |                 |      |       |                 |      |                 |      |
|-------------------------------------------------------|-----------------|------|------|-----------------|------|-------|-----------------|------|-----------------|------|
| Résistivité<br>en ohms/cm                             | R               | 2500 | 2500 | R               | 3000 | 3000  | R               | 3500 | R               | 3500 |
|                                                       |                 | 14 % |      | 30 %            |      | 42 %  |                 |      | 14 %            |      |
| Titre alcalimétrique<br>complet en degrés<br>français | TAC             | 15   | 15   | TAC             | 20   | 20    | TAC             | 25   | TAC             | 25   |
|                                                       |                 | 10 % |      | 58 %            |      | 26 %  |                 |      | 6 %             |      |
| Chlorures en mg/l<br>de Cl <sup>-</sup>               | Cl              | 5    | 5    | Cl              | 10   | 10    | Cl              | 10   |                 |      |
|                                                       |                 | 81 % |      | 11 %            |      | 8 %   |                 |      |                 |      |
| Sulfates en mg/l<br>de SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>   | SO <sub>4</sub> | 5    | 5    | SO <sub>4</sub> | 10   | 10    | SO <sub>4</sub> | 20   | SO <sub>4</sub> | 20   |
|                                                       |                 | 68 % |      | 14,5 %          |      | 7,5 % |                 |      | 10 %            |      |

En fait, on pourrait définir un type d'eau caractéristique du Vercors (a) : eau calcaire, c'est-à-dire riche en bicarbonates de calcium, dont le titre alcalimétrique complet est de l'ordre de 20 degrés français (b), dont la résistivité est de l'ordre de 3000 ohms/cm à 20°, dépourvue d'anions : sulfates, nitrates et chlorures. Mais surtout cette eau est inerte (ni incrustante, ni agressive) à la température mesurée lors du prélèvement.

C'est vers ce type d'eau équilibrée que tendent toutes les autres, agressives ou incrustantes, suivant d'une part la nature des terrains rencontrés et d'autre part les conditions de la minéralisation (température, aération, présence d'acide carbonique...).

Nous enregistrons dans les résultats des "instantanés", dans le temps et l'espace, de cette acquisition ou de cette perte en ions, de cette lutte pour l'inertie des eaux. Ceci explique la diversité de ces "instantanés".

B - Une comparaison entre des eaux de surface et des eaux souterraines nous permet d'interpréter nos résultats. Les eaux d'alimentation, captées le plus souvent à des exurgences ou des résurgences, ont des caractéristiques physico-chimiques comparables à celles des eaux de surface (eaux de rivières essentiellement). Cela ne peut nous étonner puisque les "sources" en pays karstique ne sont que la sortie au jour de cours d'eau souterrains (tableau II).

L'étude des eaux de surface du massif du Vercors permet de se faire une idée de ce qui se passe dans le réseau karstique complexe et souvent peu abordable :

- les eaux de rivières sont sujettes à des brusques variations dans la minéralisation, car elles sont diluées par de petits ruisseaux ou de petits torrents de montagne aux eaux peu minéralisées, souvent agressives et au débit important (eaux de ruissellement, fonte des neiges et des névés, etc.).

Ainsi le Furon en aval du Bruyant est fortement dilué : cette dilution entraîne :

- une diminution de la minéralisation totale des eaux, d'amont en aval ;
- une augmentation de l'agressivité des eaux d'amont en aval (tableau III).

Par contre, la Bourne à Villard de Lans est concentrée par le ruisseau de Pierrouse (tableau IV).

-----  
(a) La source du Fond de la May à Villard de Lans représente bien ce type d'eau (voir p.  
(b) Vingt degrés français de TAC correspondent à 240 mg/l de bicarbonates (CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>).

TABEAU II

|                                                 | Date     | Température | D. H. T. en degrés français | T. A. C. en degrés français | Sulfates en mg/l de $\text{SO}_4^{--}$ | Chlorures en mg/l de $\text{Cl}^-$ | Nitrates en mg/l de $\text{NO}_3^-$ | pH   | pH de saturation | Résistivité en ohms/cm |
|-------------------------------------------------|----------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------|------------------|------------------------|
| <u>VILLARD DE LANS</u><br><u>eau de surface</u> |          |             |                             |                             |                                        |                                    |                                     |      |                  |                        |
| LA BOURNE à<br>VILLARD DE LANS                  | 14.12.67 | 2°          | 17,2                        | 16,8                        | 2                                      | 4                                  | 1,95                                | 7,6  | 7,76             | 3420                   |
| <u>eau captées</u><br>Les Eymards (fontaine)    | 20.12.65 |             | 17,8                        | 17,6                        | traces                                 | 5,7                                | 7,5                                 | 7,4  | 7,76             | 3280                   |
| Réseau communal                                 | 19.6.67  | 11°         | 17,0                        | 16,7                        | 2                                      | -                                  | -                                   | 7,1  | -                | 3530                   |
|                                                 | 14.11.67 | 9°          | 16,4                        | 15,9                        | 2                                      | -                                  | -                                   | 7,05 | -                | 4220                   |
| <u>SASSENAGE</u><br><u>eau de surface</u>       |          |             |                             |                             |                                        |                                    |                                     |      |                  |                        |
| Le Furon (1)                                    | 10.9.68  | 11°6        | 17,1                        | 16,5                        | traces                                 | -                                  | -                                   | 8,2  | -                | 3320                   |
| <u>eau captée</u><br>Sources communales         | 4.10.67  | 11°5        | 16,4                        | 15,7                        | 2                                      | -                                  | -                                   | 7,1  | -                | 3640                   |

TABEAU III

|                                                                    | Date    | Température | D. H. T. en degré français | T. A. C. en degré français | Sulfates en mg/l | pH  | Résistivité en ohms/cm |
|--------------------------------------------------------------------|---------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------------|-----|------------------------|
| <u>Le Furon à l'Olette 947 m</u><br><u>en amont du Bruyant (1)</u> | 10.9.68 | 13°6        | 24,7                       | 24,0                       | traces           | 8,0 | 2510                   |
| <u>Le Furon à Sassenage 205 m</u><br><u>en aval du Bruyant (1)</u> | "       | 7°9         | 17,1                       | 16,5                       | traces           | 8,2 | 3320                   |
| <u>Le Bruyant à la confluence (1)</u>                              | "       | 11°6        | 16,0                       | 15,5                       | traces           | 8,0 | 3880                   |

TABEAU IV

|                                                                        | Date     | Température | D. H. T. en degré français | T. A. C. en degré français | Sulfates en mg/l | pH-pH <sub>S</sub> (3)      | Résistivité en ohms/cm |
|------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|
| <u>La Bourne</u> en aval du<br>ruisseau de Pierrouse<br>"Les Geymonds" | 14.12.67 | 2°          | 19,2                       | 18,7                       | 3                | 7,6 ; 7,62<br>eau inerte    | 3135                   |
| <u>La Bourne</u> en amont du<br>ruisseau de Pierrouse<br>"Les Côtes"   | "        | 2°          | 17,2                       | 16,8                       | 2                | 7,6 ; 7,76<br>eau agressive | 3420                   |

On peut imaginer que les eaux souterraines sont soumises, dans le réseau karstique à des variations comparables, dues à des apports d'eaux plus ou moins minéralisées et plus ou moins agressives. Ainsi on peut enregistrer des grandes variations entre deux sources voisines, d'origine apparemment commune, qui ne pourraient s'expliquer que par un apport d'eau peu minéralisé entre les deux captages. A Autrans par exemple, la source de l'Achard présente une minéralisation différente suivant qu'elle est captée aux Ronins ou à l'Ebertière. Cette différence dans la minéralisation de deux eaux de même origine pourrait s'expliquer par l'apport d'eaux peu minéralisées entre les Ronins (en amont) et l'Ebertière (en aval).

|                                | Date     | Température | D.H.T. en degrés français | T.A.C. en degrés français | Chlorures en mg/l | Sulfates en mg/l | pH   | Résistivité en ohms/cm |
|--------------------------------|----------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|------|------------------------|
| LANS-EN-VERCORS<br>L'Ebertière | 19.6.68  | 11°         | 19,2                      | 18,6                      | 3                 | 3                | 6,9  | 3110                   |
|                                | 21.10.68 | 11°         | 19,2                      | 19,2                      | 4                 | 3                | 6,9  | 2925                   |
| Les Ronins                     | 19.6.68  | 10°5        | 24,8                      | 24,4                      | 2,5               | 3                | 6,9  | 2550                   |
|                                | 21.10.68 | 10°         | 26,8                      | 26,6                      | 1                 | 4                | 6,85 | 2215                   |

Ces variations sont d'autant plus sensibles que les eaux souterraines ne sont pas soumises aux mêmes conditions physiques que les eaux de surface. En effet la présence du gaz carbonique, l'absence d'oxygène et la faible température des fissures ou galeries du karst sont autant de facteurs favorables pour communiquer à ces eaux une agressivité vis-à-vis du calcaire ((3), p. 270).

En conclusion cet apport, à différentes hauteurs d'eau peu minéralisée et agressive explique :

1) la faible différence dans la minéralisation des eaux captées sur le plateau (en altitude) et celles captées dans la vallée au pied de la montagne. On peut même enregistrer souvent une plus faible minéralisation de ces dernières.

|                                    | Date     | T.A.C. en degrés français | Résistivité en ohms/cm |
|------------------------------------|----------|---------------------------|------------------------|
| <u>SAINT-NIZIER du MOUCHEROTTE</u> |          |                           |                        |
| Source Guillot                     | 14.11.67 | 19,4                      | 2775                   |
| Source de la Rochetière            | "        | 19,5                      | 2750                   |
| <u>ENGINS Réseau</u>               | "        | 21,2                      | 2855                   |
| <u>SASSENAGE</u>                   |          |                           |                        |
| Le Germe                           | "        | 15,7                      | 3640                   |

2) La minéralisation rapide des eaux agressives quand elles traversent des alluvions, ainsi à Villard-de-Lans, les eaux qui s'écoulent dans les alluvions de la Bourne atteignent rapidement leur pH de saturation.

|                          | Date     | Température | D.H.T. en degrés français | T.A.C. en degrés français | Sulfates en mg/l | pH                | pH <sub>S</sub> (3) | Résistivité en ohms/cm |
|--------------------------|----------|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| <u>VILLARD-DE-LANS</u>   |          |             |                           |                           |                  |                   |                     |                        |
| Source du Fond de la May | 20.12.65 | 7°          | 21,4                      | 20,8                      | traces           | 7,3<br>eau inerte | 7,38                | 3060                   |

C - En dehors des bicarbonates de calcium, les eaux d'alimentation du massif du Vercors présentent exceptionnellement d'autres anions (chlorures, nitrates, sulfates, phosphates, etc.) en quantité appréciable.

1) la présence des nitrates et des chlorures peut être imputée le plus souvent à une pollution organique plutôt qu'à leur dissolution dans les terrains traversés, quand leur teneur dépasse 5 mg/l ;

2) la présence des sulfates dans certaines eaux, comme celles de la Rochetière à Saint-Nizier, des Arcelles à Seyssins, des Cotes à Sassenage, dont l'origine karstique est évidente, pourrait s'expliquer par la dissolution de pyrites dans les éboulis et par des accidents tectoniques locaux.

#### D - Variations saisonnières.

Les trois analyses par an que nous effectuons, permettent d'étudier la variabilité dans la minéralisation d'une eau. En effet on peut dire qu'une eau dont l'analyse donne trois fois par an la même résistivité, est stable, au contraire qu'une eau dont les mêmes résultats sont très différents, est instable.

Ces valeurs sont insuffisantes pour étudier les variations saisonnières. On peut cependant noter pour certaines sources vauclusiennes (comme celle de Fontfroide à Choranche ou celle de la Grotte des Fées à Cognin), que les valeurs les plus élevées de la résistivité correspondent au printemps (pluies et orages) ; que les valeurs les plus faibles de la résistivité correspondent à l'hiver (novembre à mars).

Ces variations semblent être sous l'influence des différents facteurs agissant sur les débits : les conditions météorologiques (importance des précipitations, température, etc.) et les conditions locales d'utilisation.

## II. - CARACTERISTIQUES BACTERIOLOGIQUES

Une eau bactériologiquement pure est définie par l'absence de germes tests de contamination fécale dans l'échantillon analysé.

Lorsqu'une source, ou l'ensemble des sources réunies dans un captage, donnent une eau toujours bactériologiquement pure, on peut considérer qu'il s'agit d'une eau naturellement potable qu'il n'est pas nécessaire de traiter préalablement pour l'alimentation.

Par contre certaines eaux présentent toujours des signes de contamination fécale, d'autres d'une façon intermittente. En ce qui concerne ces dernières, on peut calculer le pourcentage de la contamination observée par rapport au nombre d'analyses effectuées durant une période donnée.

Toutes les eaux présentant, même épisodiquement, des signes de contamination fécale, peuvent être à l'origine de la transmission d'une maladie infectieuse. C'est pourquoi elles ne doivent pas être considérées comme naturellement potables et doivent subir une épuration bactériologique préalable.

Nous avons examiné les résultats d'analyses bactériologiques des eaux du Vercors portant sur une période de 10 ans environ : de 1958 à 1968 et nous avons classé les sources ou les réseaux en 4 catégories :

- 1re) les eaux naturellement pures - 0 % d'analyses décelant une contamination fécale ;
- 2e) les eaux rarement polluées jusqu'à 20 % ;
- 3e) les eaux fréquemment polluées de 20 à 50 % ;
- 4e) les eaux presque toujours polluées de 50 à 100 %.

Nous avons choisi 39 réseaux d'eaux d'alimentation, situés dans le massif ou dans les vallées qui les bordent, alimentés par une ou plusieurs sources (tableau VI).

Deux réseaux seulement peuvent être classés dans la première catégorie (Saint-Guillaume et le Guâ : les Clots) ; encore peut-on contester l'origine karstique de la source des Clots d'après ses caractéristiques chimiques - on pourrait classer également dans cette catégorie la source de Fontchaude à Choranche qui a présenté deux fois une contamination sur 28 analyses, mais qui s'est avérée pure depuis 4 ans.

Dans la deuxième catégorie nous trouvons 11 réseaux soit environ 28 % ; dans la troisième 17, soit environ 43 % et 8 dans la quatrième, soit environ 20 %.

Cette statistique portant sur 855 analyses semble montrer, ce qui n'est pas nouveau d'ailleurs, que les eaux du karst sont systématiquement polluées bactériologiquement et que le fait d'être toujours pures doit être considéré comme une exception provisoire.



Cependant la plupart de ces eaux sont rarement polluées. En effet, les catégories 1 et 2 représentent tout de même 30 % des réseaux pour lesquels une analyse environ sur 5 seulement révèle la présence de quelques Escherichia coli. Ce sont le plus généralement, des eaux de montagne (Les Verneux à Autrans, les Neiges à Cognin, les sources de Méaudre, la Rochetière à Saint-Nizier du Moucherotte, les Arcelles à Seyssinet). La plupart d'entre elles proviennent de placages de moraines sur des marnes ou de couches conglomératiques de la molasse (source du Claret à Méaudre, d'après le rapport géologique de M. J. MORET en novembre 1929, la source des Verneux et de Bellecombe d'après le rapport de V. PIRAUD en avril 1936, la source de la Rochetière à Saint-Nizier, etc.).

Les eaux de la catégorie 3 sont généralement pures en hiver et au tout début du printemps lorsque les eaux de ruissellement de surface sont gelées.

Parmi les eaux de la catégorie 4, nous trouvons celles qui sont caractéristiques du réseau karstique comme la source du Germé des Cuves de Sassenage (1) d'autres moins caractéristiques comme celles de Saint-Quentin et Saint-Pierre de Chérennes.

#### Origine de la pollution des eaux

La montagne constitue un réservoir naturel d'eau, grâce aux neiges, glace, pluies. Cette eau ne peut être que bactériologiquement pure si elle circule en dehors des sources de pollution. Mais dans le Vercors ces dernières sont nombreuses :

- les zones résidentielles de plus en plus nombreuses,
- l'élevage et la transhumance,
- l'établissement de stations touristiques de haute montagne, de chantiers (construction de barrage).

Des eaux captées dans les régions montagneuses sont généralement bactériologiquement pures, car les facteurs de contamination se révèlent pratiquement inexistant ; par contre les eaux qui traversent les régions habitées sont susceptibles d'être contaminées.

Ainsi à Villard-de-Lans, au cours d'une étude pour l'alimentation en eau potable de la commune, réalisée en 1965 par la Société d'études pour le traitement et l'utilisation des eaux, les analyses bactériologiques ont montré que les sources des Eymards et de Charles Achille étaient pures.

Du fait de l'inclinaison des terrains, ces eaux captées sur le versant est du plateau, là où les habitations sont peu nombreuses ne peuvent être polluées. Par contre, les sources de la Goule Blanche, du Fond de la May et de Guichard, proches des habitations et des fermes présentaient en plein hiver 1965 des signes de contamination fécale.

En pays calcaire, la pollution des sources est d'autant plus grave qu'elle est définitive puisque l'eau n'est plus filtrée par les terrains, mais circule dans les fissures du calcaire.

La notion de contamination à grande distance des sources vaclusiennes, est classique. Le problème est aggravé par le fait que l'on est souvent incapable de délimiter le périmètre de protection nécessaire des sources, ne sachant d'où elles proviennent. Seuls les spéléologues pourraient apporter une réponse à ce problème, mais leur pénétration dans les galeries n'est pas sans provoquer des pollutions inattendues et n'est pas toujours possible.

Il faut admettre que les eaux circulant sous de puissants éboulis, sont, sans être filtrées, cependant protégées contre les pollutions superficielles. C'est ce que constatait V. PIRAUD en 1938 dans un rapport géologique concernant les sources du Roybon à Villard-de-Lans. Cependant cette protection est très vulnérable et dès que le débit des eaux augmente une nouvelle pollution est à craindre. Ce danger est accentué par des installations de captages souvent vétustes, à la protection insuffisante.

De nombreuses contaminations pourraient bien sûr être évitées par des aménagements plus importants, mais aussi plus coûteux, que les communes hésitent à entreprendre.

Il semble qu'il existe une séparation très nette de certains réseaux qui pourrait expliquer cette différence dans la qualité bactériologique et chimique des eaux captées au pied de la montagne et celles captées en montagne.

Une eau suffisamment protégée contre les pollutions humaines ou animales ne présente pas plus de signes de contamination fécale en pays karstique qu'ailleurs. Cependant la protection est ici plus difficile et doit faire l'objet de travaux de recherches plus longs et plus importants.

Actuellement, dans ces régions où la protection naturelle est malheureusement inexistante, on peut dire que les eaux bactériologiquement pures ne le sont que provisoirement. Elles sont en quelque sorte en "sursis" ; quand elles sont à leur tour polluées, il n'y a d'autre remède que le traitement. Bien plus, comme il est difficile de prévoir le moment où elles seront polluées, il serait sage de prévoir systématiquement une station d'épuration.

Nous souhaitons que l'hydrogéologue trouve ici quelques éléments intéressants et utiles pour l'étude du massif du Vercors. Nous sommes pour notre part persuadés que l'analyse chimique et bactériologique contribue d'une façon non négligeable à l'étude des réseaux karstiques.

En effet, la minéralisation et la contamination des eaux, dépendent de nombreux facteurs. Ce sont essentiellement :

- des facteurs géologiques : nature et structure des terrains traversés (calcaires durs, molasse, alluvions, éboulis, etc.) ;
- des facteurs géographiques : apport d'eaux agressives ou incrustantes par des affluents, présence de prairies ou de forêts ;
- des facteurs météorologiques : (température, précipitations, etc.) ;
- des facteurs chimiques : présence de gaz carbonique, aération ;
- des facteurs humains et sociaux : densité de populations humaine et animale, etc.

Des études approfondies de la qualité bactériologique et chimique des eaux qui tiendraient compte de ces différents paramètres permettraient une connaissance plus complète des réseaux karstiques, donc de l'origine des eaux. Il serait souhaitable également de pouvoir entreprendre une étude analytique portant sur des échantillons d'eau prélevée à l'intérieur du réseau karstique de manière à compléter nos connaissances qui ne concernent que les prélèvements superficiels.

---

#### BIBLIOGRAPHIE

1. - SERRA TOSIO (B.) - Sels minéraux dissous et densités des populations de Chironomides dans les cours d'eau de montagne. - Trav. Lab. Hydrobio. Grenoble 59-60 - Années 1967-68 (à paraître).
2. - SEIGNEURIN (R.), MICHEL-MARGUERIT (P.), MAGNIN (R.). - Surveillance bactériologique des eaux d'alimentation. - Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale, 1956, 4, 183-192.
3. - GIRARD (R.), Paris 1967. - Méthode d'étude d'une eau naturelle à partir de son analyse. L'eau n° 5 et 6, 199-206 ; 267-272.
4. - Recueil des textes officiels intéressant la Santé Publique et la Population. - Fascicule spécial n° 62 - 31 bis "Eaux d'alimentation" (Journaux Officiels).

T A B L E A U   V

| <u>COMMUNES</u>        | Date     | Résistivité<br>en ohms/cm | Température | D. H. T.<br>en degrés | T. A. C.<br>français | Chlorures<br>en mg/l | Sulfates<br>en mg/l |
|------------------------|----------|---------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| AUTRANS                |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| L'Achard les Ronins    | 21.10.68 | 2215                      | 10°         | 26,8                  | 26,8                 | 4                    | 1                   |
| L'Ebertière            | "        | 2925                      | 11°         | 19,2                  | 19,2                 | 4                    | 3                   |
| Bellecombe             | "        | 3110                      | 10°5        | 18,6                  | 18,3                 | 4                    | 2                   |
| Les Verneux            | "        | 2145                      | 7°          | 28,6                  | 27,9                 | 3,5                  | 1                   |
| AUBERIVES EN ROYANS    |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Réseau                 | 15.10.68 | 2385                      | 14°         | 24,8                  | 22,9                 | 7                    | 4                   |
| Saint-Romans           | "        | 2615                      | 15°         | 23,0                  | 21,9                 | 4,5                  | 4                   |
| COGNIN LES GORGES      |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Les Neiges             | 30.9.68  | 3680                      | 10°         | 23,6                  | 23,0                 | 3,5                  | 3                   |
| CHATEAU-BERNARD        |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Réseau                 | 11.6.68  | 3890                      | 6°          | 14,4                  | 13,8                 | 3,5                  | 4,5                 |
| CHATELUS               |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Saint-Martin           | 15.10.68 | 2415                      | 12°         | 25,2                  | 23,1                 | 4                    | 17                  |
| Le Vézor               | "        | 3480                      | 12°5        | 16,0                  | 14,8                 | 4,5                  | 6,5                 |
| CHORANCHES             |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Fontchaude             | 15.10.68 | 2680                      | 10°         | 21,8                  | 21,5                 | 4                    | 2                   |
| ENGINS                 |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Réseau                 | 21.10.68 | 2615                      | 10°         | 23,2                  | 22,9                 | 3,5                  | 1                   |
| LE GUA                 |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Les Saillants (champs) | 2.10.68  | 3055                      | 9°          | 20,2                  | 19,5                 | 5                    | 4                   |
| Prélenfrey             | 8.2.68   | 2520                      | 14°         | 24,4                  | 23,5                 | 5                    | 7                   |
| Saint-Bartélémy        | 23.10.67 | 3330                      | 10°         | 18,0                  | 17,4                 | 4,5                  | 5,5                 |
| Les Clots              | "        | 2270                      | 11°         | 27,0                  | 24,0                 | 6                    | 30                  |
| IZERON                 |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Grotte des Fées        | 15.10.68 | 2440                      |             | 24,8                  | 23,9                 | 5                    | 3                   |
| LANS                   |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Réseau                 | 21.10.68 | 3590                      |             | 15,8                  | 15,7                 | 3,5                  | 1                   |
| Le Peuil               | 14.11.67 | 3820                      | 9°          | 16,0                  | 15,2                 | 4                    | 3                   |
| MALLEVAL               |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Réseau                 | 4.3.68   | 3350                      | 15°5        | 17,8                  | 16,9                 | 2,5                  | 6,5                 |
| MEAUDRE                |          |                           |             |                       |                      |                      |                     |
| Briant Claret          | 19.6.68  | 3420                      | 16°         | 17,0                  | 16,7                 | 2,5                  | 3                   |
| Combe Saint-Antoine    | 19.6.68  | 3220                      | 10°         | 18,4                  | 17,7                 | 4                    | 3                   |

.../...

TABLEAU V (suite)

| COMMUNES                     | Date     | Résistivité<br>en ohms/cm | Température | D.H.T.<br>en degrés | T.A.C<br>français | Chlorures<br>en mg/l | Sulfates<br>en mg/l |
|------------------------------|----------|---------------------------|-------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| NOYAREY                      |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Ezy                          | 13.9.68  | 3870                      | 5°          | 15,2                | 13,3              | 3,7                  | 9                   |
| La Touvière                  | 19.9.68  | 3110                      | 7°          | 19,6                | 18,5              | 3,5                  | 6,5                 |
| PONT-EN-ROYANS               |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Réseau                       | 15.10.68 | 2455                      | 13°         | 24,6                | 24,2              | 4                    | 3                   |
| RENCUREL                     |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Réseau                       | 15.10.68 | 2975                      | 12°5        | 19,8                | 19,1              | 4,5                  | 4,5                 |
| La Balme                     | "        | 2950                      | 13°         | 20,2                | 20,0              | 3,5                  | 2                   |
| SAINT-ANDEOL                 |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Source Terrier               | 11.6.68  | 3820                      | 5°          | 14,8                | 14,5              | 3                    | 1,5                 |
| SAINT-GUILLAUME              |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Réseau                       | 11.6.68  | 3485                      | 10°         | 16,0                | 15,3              | 3                    | 6,5                 |
| SAINT-NIZIER                 |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Rochetière                   | 19.6.68  | 2550                      | 7°          | 22,0                | 19,0              | 18,5                 | 12                  |
| Réseau                       | 14.11.67 | 2775                      | 10°         | 20,6                | 19,4              | 7                    | 7                   |
| SAINT-QUENTIN                |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Gauchon                      | 11.9.68  | 2680                      | 7°          | 22,4                | 21,9              | 4                    | 4                   |
| SAINT-PIERRE DE<br>CHERENNES |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| La Mortadière                | 15.10.68 | 2120                      | 14°5        | 28,8                | 27,4              | 4                    | 13                  |
| SAINT-ROMANS                 |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Réseau                       | 15.10.68 | 2010                      | 13°         | 30,4                | 28,7              | 6,5                  | 4                   |
| SEYSSINET                    |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Les Arcelles                 | 21.2.68  | 2950                      | 8°5         | 19,6                | 14,7              | 3                    | 33                  |
| SASSENAGE                    |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Les Côtes                    | 21.2.68  | 3000                      | 9°          | 20,8                | 19,7              | 12                   | 5                   |
| Les Cuves                    | "        | 3205                      | 8°5         | 19,0                | 17,0              | 6                    | 5,5                 |
| VEUREY                       |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Eygalen + Mortière           | 19.9.68  | 2550                      | 7°          | 24,2                | 23,6              | 3                    | 5                   |
| VIF                          |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Champa                       | 2.10.68  | 2615                      | 8°          | 19,9                | 19,9              | 5                    | 7                   |
| VILLARD-DE-LANS              |          |                           |             |                     |                   |                      |                     |
| Réseau                       | 21.10.68 | 3320                      |             | 17,4                | 17,0              | 4                    | 1                   |

TABLEAU VI

| COMMUNES<br>source ou réservoir | Nombre de<br>sources captées | Nbre d'analyses<br>effectuées de<br>1958 à 1968 | Résistivité<br>moyenne | Eaux toujours<br>bactériologique-<br>ment pures<br>I | Eaux bactério-<br>logiquement<br>pures dans 80 %<br>des cas<br>II | Eaux exception-<br>nellement<br>contaminées<br>III | Eaux toujours<br>contaminées<br>IV |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|
| AUTRANS                         |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| L'Achard                        | 7                            | 24                                              | { 2500<br>3100 }       |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| Bellecombe                      | 3                            | 16                                              | 3400                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| Les Verneux                     | 5                            | 18                                              | 2140                   |                                                      | x                                                                 |                                                    |                                    |
| AUBERIVES EN ROYANS             |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 28                                              | 2400                   |                                                      | x                                                                 |                                                    |                                    |
| Saint-Romans                    | 1                            | 16                                              | 2600                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| COGNIN LES GORGES               |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Source des Neiges               | 1                            | 22                                              | 3000                   |                                                      | x                                                                 |                                                    |                                    |
| CHATEAU BERNARD                 |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 28                                              | 3900                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| CHATELUS                        |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Saint-Martin                    | 1                            | 22                                              | 2400                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| Le Vézor                        | 1                            | 23                                              | 3000                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| CHORANCHES                      |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Fontchaude                      | 1                            | 28                                              | 3100                   | x                                                    |                                                                   |                                                    |                                    |
| ENGINS                          |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 4                            | 17                                              | 2800                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| LE GUA                          |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Les Saillants                   | 1                            | 19                                              | 3000                   |                                                      |                                                                   |                                                    | x                                  |
| Prélenfrey                      | 3                            | 21                                              | 2500                   |                                                      |                                                                   |                                                    | x                                  |
| Saint-Barthélémy                | 2                            | 18                                              | 3000                   |                                                      |                                                                   |                                                    | x (100%)                           |
| Les Clots                       | 1                            | 15                                              | 2200                   | x                                                    |                                                                   |                                                    |                                    |
| IZERON                          |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Grotte des Fées                 | 1                            | 29                                              | 2600                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| LANS                            |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 3                            | 17                                              | 3600                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| Le Peuïl                        | 1                            | 27                                              | 3900                   |                                                      |                                                                   | x                                                  |                                    |
| MALLEVAL                        |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 21                                              | 3300                   |                                                      |                                                                   |                                                    | x                                  |
| MEAUDRE                         |                              |                                                 |                        |                                                      |                                                                   |                                                    |                                    |
| Briant - Le Claret              |                              | 17                                              | 3000                   |                                                      | x                                                                 |                                                    |                                    |
| Combe Saint-Antoine             |                              | 14                                              | 3200                   |                                                      | x                                                                 |                                                    |                                    |

TABLEAU VI (suite)

| COMMUNES<br>source ou réservoir | Nombre de<br>sources captées | Nbre d'analyses<br>effectuées de<br>1958 à 1968 | Résistivité<br>moyenne | Eaux toujours<br>bactériologique-<br>ment purs<br>I | Eaux bactériolo-<br>giquement purs<br>dans 80 % des<br>cas<br>II | Eaux exception-<br>nellement<br>contaminées<br>III | Eaux toujours<br>contaminées<br>IV |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|
| NOYAREY                         |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Ezy                             | 1                            | 16                                              | 3800                   |                                                     | x                                                                |                                                    |                                    |
| La Touvière                     | 1                            | 28                                              | 3000                   |                                                     | x                                                                |                                                    |                                    |
| PONT EN ROYANS                  |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 24                                              | 2600                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| RENCUREL                        |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 16                                              | 3000                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| La Balme                        | 1                            | 29                                              | 3000                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| SAINT-ANDEOL                    |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Source Terrier                  | 1                            | 28                                              | 4000                   |                                                     | x                                                                |                                                    |                                    |
| SAINT-GUILLAUME                 |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 17                                              | 3400                   | x                                                   |                                                                  |                                                    |                                    |
| SAINT-NIZIER                    |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Rochetière                      | 1                            | 30                                              | 2600                   |                                                     | x                                                                |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 1                            | 30                                              | 2900                   |                                                     | x                                                                |                                                    |                                    |
| SAINT-QUENTIN                   |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Gauchon                         | 1                            | 16                                              | 2900                   |                                                     |                                                                  |                                                    | x (100%)                           |
| St-PIERRE DE CHERENNES          |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| La Mortadière                   | 1                            | 18                                              | 2400                   |                                                     |                                                                  |                                                    | x (100%)                           |
| SAINT-ROMANS                    |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 2                            | 20                                              | 2400                   |                                                     |                                                                  |                                                    | x                                  |
| SEYSSINET                       |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Les Arcelles                    | 1                            | 21                                              | 3000                   |                                                     | x                                                                |                                                    |                                    |
| SASSENAGE                       |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Les Côtes                       | 1                            | 27                                              | 3000                   |                                                     |                                                                  |                                                    | x                                  |
| Les Cuves le Germe              | 1                            | 20                                              | 3300                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| VEUREY                          |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Eygalen + Mortière              | 2                            | 19                                              | 3000                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| VIF                             |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Champa                          | 1                            | 24                                              | 3000                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| VILLARD DE LANS                 |                              |                                                 |                        |                                                     |                                                                  |                                                    |                                    |
| Réseau                          | 9                            | 32                                              | 3800                   |                                                     |                                                                  | x                                                  |                                    |
| TOTAUX = 39                     |                              | 855                                             |                        | 3                                                   | 11                                                               | 17                                                 | 8                                  |
| % = 100 %                       |                              |                                                 |                        | 9 %                                                 | 28 %                                                             | 43 %                                               | 20 %                               |

Intervention de Monsieur CORBEL (au sujet de la communication de M. CHOUTEAU)

Deux demandes d'information : pour le pH, mesure de terrain ou de laboratoire ?  
-----  
les courbes d'équilibre pH, T.A.C. sont-elles utilisées pour la notion d'agressivité ?

Deux compléments : la variation des teneurs avec les débits est très importante.  
-----  
la plus grande partie de la mise en solution du calcaire se fait dans la zone sub-superficielle.

Réponse de M. CHOUTEAU à M. CORBEL.

Les analyses de contrôle (type II) ne nous permettent pas d'étudier l'agressivité selon les graphiques de Langelier le pH de ces eaux est mesuré au laboratoire.

Pour les analyses plus complètes (type I) nous mesurons le pH sur place, puis au laboratoire après séjour de l'eau sur du marbre ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ). Nous calculons aussi le pH de saturation grâce au graphique de Langelier.





MEMOIRES

N° 8 / II

COLLOQUE SUR  
L'HYDROGEOLOGIE KARSTIQUE DU  
MASSIF DU VERCORS

---

GRENOBLE

16 NOVEMBRE 1968

---

TOME II

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1  
INSTITUT DE GEOLOGIE  
**DOCUMENTATION**  
RUE MAURICE GIGNOUX  
F 38031 GRENOBLE CEDEX  
TEL. (76) 87.46.43

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1  
INSTITUT DE GEOLOGIE  
DOCUMENTATION  
RUE MAURICE-GIGNOUX  
F 38031 GRENOBLE CEDEX  
TEL. (76) 87.46.43

CONTRIBUTION A L'ETUDE ET A L'EXPLORATION  
DES CUVES DE SASSENAGE

---

ETUDE HYDROLOGIQUE SORNIN - SASSENAGE - SAINT-NIZIER

-----

par L. EYMAS et D. ROUSSIN

RESUME

Les Cuves de Sassenage, visitées et topographiées depuis le siècle dernier sur 200 m environ, ont fait l'objet d'explorations de la part du S. G. C. A. F. qui depuis une vingtaine d'années en a porté le point extrême à 3 km de l'entrée et 450 m de dénivellation, avec 5,5 km de galeries topographiées.

Elles s'ouvrent sous le pli-faille de Sassenage, dans les couches à silex du Sénonien supérieur et s'y développent.

On y connaît deux arrivées d'eau principales : la rivière du réseau de Saint-Nizier, débitant environ 15 l/s, et celle sortant du siphon de la Salle à Manger, débitant environ 30 l/s et provenant du plateau de Sornin. Le débit d'étiage du Germe, torrent sortant des Cuves, est de 200-300 l/s. C'est l'hypothèse de l'un des auteurs (D. R.) que l'eau venant du Gouffre Berger parvient dans une sorte de nappe phréatique suspendue non accessible dans les Cuves, formant ainsi un troisième réseau.

Les origines possibles de la pollution du Germe, qui est capté pour l'alimentation de la commune de Sassenage, sont passées en revue.

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les Cuves de Sassenage, une des merveilles du Dauphiné, se situent à 15 minutes de marche du village de Sassenage, lui-même situé à 6 km au Nord Ouest de Grenoble. Cette grotte, connue depuis très longtemps, s'ouvre au pied de la falaise du plateau des Charvets (Barre Pugnet), en bordure nord est du massif du Vercors. Les coordonnées Lambert à la passerelle sur le Germe, ruisseau sortant des Cuves, sont :

$x = 860,510$  ;  $y = 323,310$  ;  $z = 297$  m.

Cette cavité est accessible aux touristes, mais pour nous elle représente l'aboutissement d'un réseau hydrologique fort important, drainant d'une part le plateau de Sornin et d'autre part le plateau des Charvets (Saint-Nizier).

EXPLORATION

Lors d'une campagne dans les Alpes en 1884, E.A. MARTEL visite les premières dizaines de mètres. Le 15 avril 1900 J. FONNE publie le plan des 200 premiers mètres des Cuves. En novembre 1946 L. EYMAS et J.J. FRANCHINI, en compagnie de cinq scouts, visitent le labyrinthe. Un an plus tard L. EYMAS découvre la chatière du Styx, livrant de ce fait la suite des Cuves jusqu'à la Salle du Rocher, aujourd'hui appelée Salle à Manger.

En 1949, Géo MATHIEU découvre le puits diaclase de 13 m au-delà de la "Meule à Gruyère". Ce puits mène l'équipe jusqu'au puits Pierre Lavigne et de ce fait au siphon terminal de la galerie ouest. En 1950 et 1956 sont explorés la galerie de l'Est et (LETRONE et BONNEVAL) le réseau des Tritons. GAUTIER, LAVIGNE et REFFIENNA, en 1959, découvrent la fameuse chatière située dans l'éboulis du puits P. Lavigne, qui donne accès à la "Rivière des Benjamins", aujourd'hui appelée "Réseau Paul Cheminal".

Les jeunes de l'équipe vont alors, pendant huit années, explorer ce réseau : chatière Raymond Maho à + 121 m (1961), réseau de la Salle des Trois (1962), passage des Logeuses, Double Cascade puis salle Gérard Carrel, la plus vaste des Cuves, à + 253 m (1963), l'"Obstacle" et cascade à + 300 m (1964); galerie des Cinq (1966) et cote terminale actuelle à + 450 m. De nombreuses incursions ont été réalisées au cours des années pour l'exploration de galeries adjacentes : Impasse Berger, la Meule à Gruyère, le réseau des Douches, le réseau des Pin-ups, la cascade de l'Abandon, le réseau sous la Salle du Thermomètre, la galerie Jéricho, l'affluent de la Salle des Trois, le réseau fossile supérieur (+ 300 m), enfin une plongée dans le siphon de la galerie ouest (1964).

#### SITUATION GENERALE SOUTERRAINE

Le point topographié le plus éloigné se situe à 3001 mètres de l'entrée et à + 408 mètres. La cavité ne renferme pas moins de 23 siphons, dont 2 franchis et 1 en partie exploré. La topographie cumule 5557 mètres de galeries (août 1968).

Les galeries connues des Cuves se divisent en deux réseaux bien différenciés :

- 1° - un ou plusieurs réseaux provenant de Sornin (zone noyée, siphons),
- 2° - le réseau de Saint-Nizier (en cours d'exploration).

Le volume des différentes arrivées d'eau ne justifiant pas le débit total du Germe, c'est l'opinion de l'un des auteurs (D.R.) que parallèlement à l'aboutissement du Gouffre Berger par une zone noyée, les Cuves draineraient (zone des siphons) les eaux venant du plateau de Sornin ; elles seraient ainsi constituées de trois réseaux différents.

#### DESCRIPTION DE LA CAVITE (voir plan fig. 1 et coupe fig. 2)

Dès l'entrée on trouve un labyrinthe de 470 m (plan FONNE, 1900) ; c'est une zone fracturée orientée est-ouest. La partie basse en est occupée par le Germe, nom donné au torrent sortant des Cuves ; certaines galeries ont une activité temporaire.

La salle Saint-Bruno, terminus de la visite touristique, est située à 300 mètres de l'entrée ; c'est le seul endroit, avec les Triperies et une partie de la galerie des Cinq, où l'on trouve des concrétions.

Une grande galerie fossile orientée nord est - sud ouest lui fait suite ; elle est traversée par la rivière qui se perd aussitôt ; cheminant sous l'éboulis, celle-ci provient de la Salle à Manger. Cette eau sort d'un siphon (plongée de LETRONE et BONNEVAL, 1956) ; un deuxième siphon lui fait suite, exploré sur 100 m, sans que l'on ait trouvé la branche remontante.

Il existe une zone très fracturée (Impasse Berger) s'étendant entre le réseau des Tritons et le puits P. Lavigne. A l'opposé du siphon se trouve la Meule à Gruyère (topographie en cours) à laquelle fait suite une diaclase encombrée de gros blocs et orientée est-ouest. Au fond de cette fissure existe une zone inondée, inaccessible (+ 20,5 m). La seule pénétration en hauteur a été réalisée en explorant le réseau des Douches, petit affluent (+ 121 m).

Après avoir traversé une zone ensablée, on arrive au puits P. Lavigne, profond de 25 m. En descendant un second puits de 13 m on accède à la galerie ouest formée par une grande diaclase très caractéristique, qui se transforme au bout de 160 m en une galerie parfaitement cylindrique. Le 11 novembre 1964 Maurice CHAVRIER plongeait dans un siphon de 70 m ; il poursuivait son avance d'une trentaine de mètres et s'arrêtait au sommet d'un ressaut, devant une galerie toujours aussi vaste.

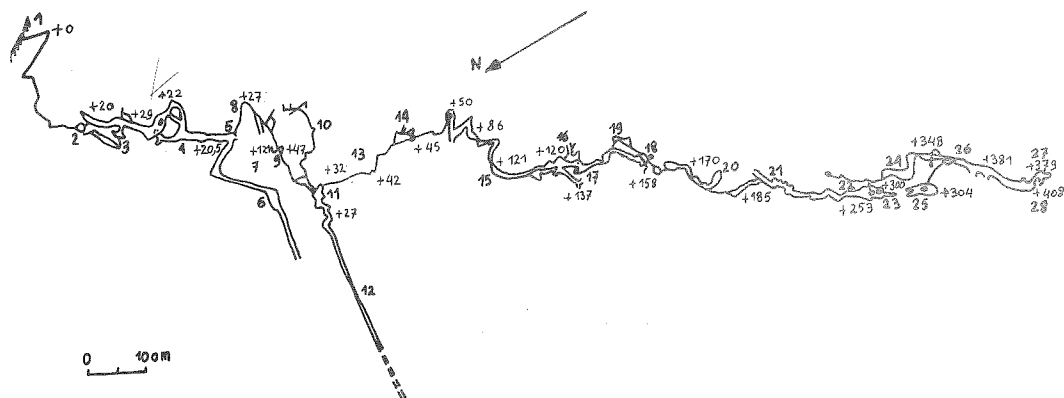


Figure 1 - Plan des Cuves de Sassenage. - Coordonnées Lambert à la passerelle : x = 860,510 ; y = 323,310 ; z = 297 m.

- |                            |                                 |                              |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 - Entrée                 | 10 - Galerie de l'Est           | 19 - Passage des Logeuses    |
| 2 - Salle Saint-Bruno      | 11 - Puits Pierre Lavigne       | 20 - Salle des Quatre        |
| 3 - Les Triperies          | 12 - Galerie Ouest              | 21 - Le Balcon               |
| 4 - Grand Cañon            | 13 - Rivière des Benjamins      | 22 - Salle Gérard Carrel     |
| 5 - Salle à Manger         | 14 - Réseau des Pin-ups         | 23 - Réseau Fossile          |
| 6 - Salle des Tritons      | 15 - Salle du Thermomètre       | 24 - Cascade de 23 m         |
| 7 - Impasse Berger (1)     | 16 - La Rotonde                 | 25 - Salle de l'Espérance    |
| 8 - La Meule à Gruyère (1) | 17 - Cascade Jacqueline Desmons | 26 - Galerie des Cinq        |
| 9 - Réseau des Douches     | 18 - Salle des Trois            | 27 - Siphon terminal         |
|                            |                                 | 28 - Réseau Fossile et P. 22 |

(1) non représenté

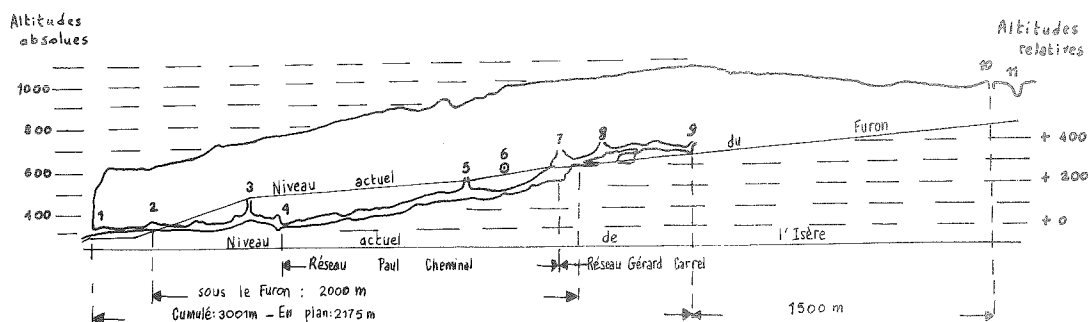


Figure 2 - Coupe des Cuves de Sassenage (réseau de Saint-Nizier). - Figuration du sol à la verticale des galeries.

- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1 - Entrée                         | 7 - Salle Gérard Carrel      |
| 2 - Salle Saint-Bruno              | 8 - Cascade de 23 m          |
| 3 - Réseau des Douches             | 9 - Siphon terminal et P. 22 |
| 4 - Puits Pierre Lavigne           | 10 - Scialet de Saint-Nizier |
| 5 - Réseau actif - Salle des Trois | 11 - Pas du Curé.            |
| 6 - Méandre Aldo (falaise)         |                              |

Revenant au bas du puits P. Lavigne, une chatière mène à la rivière des Benjamins. En aval la rivière se perd dans l'éboulis. En amont la galerie est très déchiquetée, avec des cupules d'érosion, et orientée exactement Nord-Sud. Les passages de rivière alternent avec des parcours en réseaux fossiles ; la galerie s'oriente ensuite Nord Est - Sud Ouest, orientation qui restera la ligne directrice générale du réseau de Saint-Nizier. On retrouve la rivière à la cascade Jacqueline Desmons.

Le réseau de la Salle des Trois possède une branche fossile et une branche remontante dont l'exploration n'est pas achevée. A partir du passage des Logeuses la progression s'effectue dans la rivière jusqu'à la Salle des Quatre (siphon). On court-circuite ce siphon en empruntant un passage supérieur fossile (méandre et laminoir sur 100 m). Après les 15 m de descente du Balcon le parcours se fait de nouveau en rivière. La partie aval se termine sur un siphon ; l'ascension de deux cascades de 10 m mène en amont à la salle Gérard Carrel, imposante par ses dimensions : 30 m de diamètre, plus de 100 m de hauteur.

Après l'escalade d'une cascade de 40 m de haut contre la paroi de cette salle, une galerie fossile prolonge l'alignement, obstruée par une trémie (+ 300 m). Après avoir franchi l'"Obstacle", la progression s'effectue dans la rivière. La partie aval se termine sur un puits d'environ 20 m de profondeur (non descendu). Cette eau réapparaît dans le plafond de la galerie sous forme de douche, une centaine de mètres avant la salle G. Carrel (coloration de décembre 1965) ; il nous a été facile d'agrandir la perte, détournant ainsi le ruisseau de l'Obstacle : une lame de rocher partage le ruisseau en deux en amont. La partie amont se compose d'une série de cascades, notamment une de 16 m et une de 23 m ; l'eau sort d'un siphon. Le parcours s'effectue en galerie fossile et on accède ensuite à la rivière par un trait de scie, en amont d'une trémie (en aval la rivière se perd dans un siphon).

Au-delà de cette fissure la progression se fait dans une immense galerie fossile jonchée de blocs recouverts d'argile (elle ressemble étrangement à celle du Gouffre Berger), mais elle atteint bientôt un siphon à la cote + 379 m ; une tentative de désamorçage fut vaine ; il ne subsiste qu'un seuil rocheux, qui nécessitera l'emploi d'explosifs. Un puits remontant (P 22) situé un peu en aval permet l'accès à un réseau fossile remis en activité, où coule un petit ruisseau (+ 408 m). Une récente expédition a permis aux plus minces de l'équipe de poursuivre l'exploration sur environ 150 m, portant la cote terminale à + 450 m (topographie en cours).

L'exploration des galeries adjacentes de cette partie du réseau n'a donné aucun résultat. Seule une galerie a permis d'accéder tout récemment à la Salle de l'Espérance (60 m x 40 m), haute d'une trentaine de mètres ; elle ne possède malheureusement aucune issue. Elle se trouve à la cote + 304 m, dans le prolongement du réseau fossile de + 300 m ; une désobstruction va être amorcée dans ce secteur.

## FAUNE

En 1945 la faune des Cuves encore non aménagées a fait l'objet d'une étude approfondie de la part de M. BERNART, maître-assistant à la Faculté des Sciences de Grenoble, qui a également analysé les conditions physiques et chimiques du milieu.

En 1947 une colonie de chauves-souris (*Rhinolophus ferrum equinum* Sch.) habitait encore, en hiver, les premières salles de la grotte. L'aménagement de celle-ci dans un but touristique les a fait fuir. Leur nombre était estimé à 500 individus. Une centaine a été baguée en 1949. Il faut mentionner également la présence de 29 cadavres de chauves-souris (pipistrelles) dans le laminoir + 185 m, à 2,2 km de l'entrée.

Parmi les insectes signalons : une espèce nouvelle de *Royerella*, *R. cularensis* (1) ; des *Trichaphaenops* (2) qui n'ont malheureusement pas été comparés aux *Gaunelli lavignei* Jeann. connus dans le Gouffre Berger.

## GEOLOGIE ET STRUCTURE TECTONIQUE EXTERNES (fig. 3)

Le synclinal d'Engins (ou de Lans) est l'élément structural faisant suite, à l'Ouest, au pli-faille de Sassenage. Les Cuves s'ouvrent dans la partie orientale du synclinal, où se développent également les gorges du Furon. A ce niveau l'âge des couches du synclinal est sénonien supérieur (calcaires à silex du Maestrichtien), puis sénonien inférieur (lauzes) et

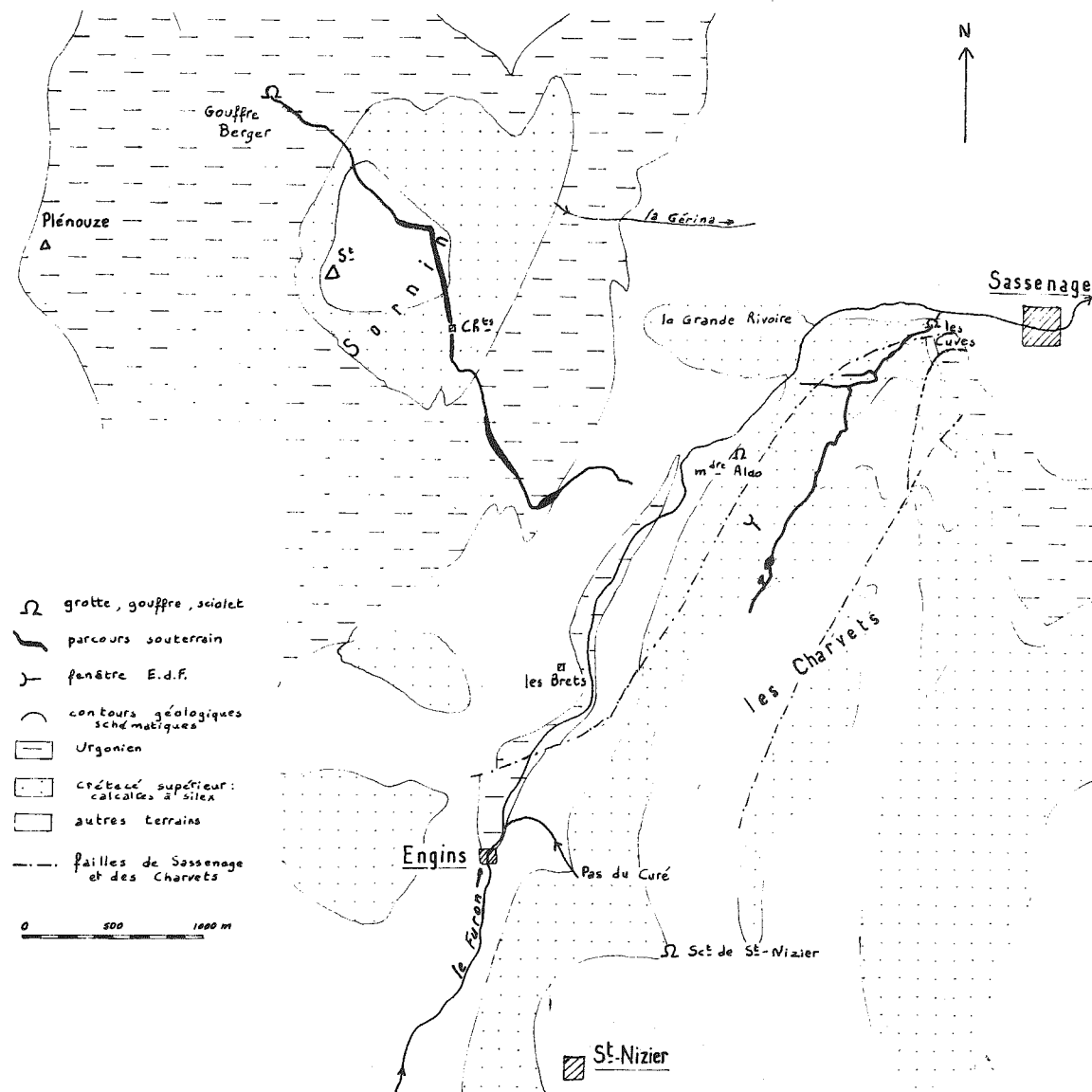


Figure 3 - Carte montrant le report sur la surface topographique des parcours connus dans les Cuves de Sassenage (d'après L. EYMAS et Ch. PETIT-DIDIER) et le Gouffre Berger (d'après J. CADOUX et G. GARBY). Contours géologiques de l'Urgonien et du Sénonien supérieur simplifiés, d'après la feuille Grenoble au 1/50 000 (les failles du plateau de Sornin ne sont pas figurées).

urgonien plus haut. Le pli-faille, fait surtout d'Urgonien, s'enveloppe de Sénonien et supporte le plateau des Charvets, couverture d'alluvions glaciaires où percent quelques affleurements de molasse miocène. Le flanc ouest du synclinal d'Engins se relève pour former le plateau de Sornin, fait d'Urgonien massif sur lequel on trouve quelques buttes de Sénonien (la Grande Rivoire, sommet de Sornin, Plénouze, la Buffe) ; la "lumachelle" de l'Aptien supérieur affleure assez pauvrement.

Une zone de fissures importantes existe à la Grande Rivoire (Sénonien supérieur) : il y existe des fissures profondes d'une centaine de mètres (explorées en 1961), qui se situent dans le prolongement de la galerie ouest et du réseau des Tritons ; ceci fait inévitablement penser à une communication.

D'après les observations de R. BARBIER (3) la faille du pli-faille de Sassenage bifurque rapidement vers le Sud : la branche ouest traverse le Furon vers le hameau des Brets ; la branche est se dirige vers le Pas du Curé. La feuille Grenoble 1/50 000 par contre indique un rebroussement d'une faille unique qui traverse le Furon sous Engins. Une cassure ouest sud ouest - est nord est termine au Sud le plateau des Charvets.

### GEOLOGIE INTERNE

Les Cuves s'ouvrent et se développent dans le Sénonien (calcaire à silex du Maestrichtien). On y a trouvé de nombreuses Belemnites mucronata ainsi qu'un exemplaire de Crania (Isocrania) costata.

Le pendage des couches est d'une douzaine de degrés vers le Nord Est avec une direction d'environ 10° ; ce pendage varie peu ; il tend seulement à devenir horizontal. Le puits P. Lavigne et la galerie ouest se trouvent le long d'un plan de faille orienté à peu près Est-Ouest. C'est le seul accident décelé jusqu'à présent à l'intérieur des Cuves. Même la salle G. Carrel, dont les dimensions sont inhabituelles, ne semble pas constituer la traversée d'une cassure. Il faut donc conclure que, si le plan de faille du pli-faille est bien continu vers le Sud, il est partout assez incliné pour passer au-dessus et à l'Est du réseau des Cuves.

### HYDROLOGIE INTERNE

Les observations sont encore très fragmentaires et il devient urgent de les compléter par un programme étendu. Ce que nous en dirons ici est du domaine des hypothèses, qui restent à vérifier.

#### a) Observations (de D. R.)

A l'entrée des Cuves le débit est de 200-300 l/s (étiage), plus de 4 m<sup>3</sup> (crue) ; la température est de 8°7. En 1960, année très pluvieuse, le débit de crue a été estimé à plus de 12 m<sup>3</sup>/s.

La rivière des Benjamins montre des variations de débit indépendantes de la rivière coulant à la cascade Jacqueline Desmons. Le débit de cette dernière est pratiquement stable (15 l/s en moyenne). Les parois de la rivière des Benjamins portent des traces d'écume s'élevant à 1 m au-dessus du niveau normal ; une visite en période de crue a démontré que l'eau provenait du réseau des Pin-ups (température = 7°). Au-delà, la rivière restait à un niveau normal. Au fond de ce petit réseau on se heurte, en période d'étiage, à une fissure remplie d'eau dont le niveau varie très peu.

Une zone sablonneuse située au fond de l'Impasse Berger atteste, elle aussi, une venue d'eau effaçant fréquemment nos traces. Une désobstruction avait été amorcée en 1966. Dans la galerie ouest nous nous sommes contentés de constater une baisse du siphon terminal d'environ 10 m entre 1950 et 1964. Une semaine plus tard l'eau avait encore baissé de 1 m. Il ne s'agit pas d'eau courante. Il faut toutefois mentionner la présence d'un puits remontant d'environ 10 m dans ce siphon (lors de la plongée en 1964, celui-ci était sec).

En hiver on ne peut pas signaler d'écarts de température entre les affluents du réseau de Saint-Nizier (8°2).

Un phénomène acoustique est à signaler à la Salle du Thermomètre : c'est une sorte d'aboiement bref intermittent. L'origine n'en a pas été décelée, on ne l'entend pas toujours, mais il faut dire qu'il existe une légère circulation d'air venant de l'amont. Il est possible que ce phénomène ait comme origine l'eau (désamorçage périodique de siphon ?).

b) Principe

En résumé on a aux Cuves une rivière grossie de nombreux affluents (réseau de Saint-Nizier), s'enfouissant dans une zone noyée inaccessible (sorte de nappe phréatique suspendue), dans laquelle débouchent les eaux venant de Sornin. Les Cuves seraient ainsi (opinion de D.R.) l'exutoire de trois réseaux différents : le réseau Berger - Cuves ; le réseau Saint-Nizier - Cuves.

Les brusques montées de cette nappe sont essentiellement dues à une suralimentation venant de Sornin. Certes on observe des variations importantes de débit à la Salle à Manger ; mais l'eau y étant en écoulement libre pourrait n'avoir rien de commun avec la zone noyée. La constance du débit du réseau de Saint-Nizier nous intrigue.

Le phénomène principal à souligner est l'insuffisance de la rivière des Benjamins - réseau de Saint-Nizier et de celle sortant du siphon de la Salle à Manger (de l'ordre chacune des dizaines de l/s) pour justifier le débit total du Germe ( de l'ordre du m<sup>3</sup>/s).

c) Gouffre Berger - Cuves de Sassenage

Il ne sera pas possible d'exploiter ici les renseignements portant sur l'exploration du Gouffre Berger au-delà de la cote -1122 m par le S. C. S. ; les résultats de l'expédition ne sont pas encore rendus officiels.

Jusqu'à présent tout laissait supposer que la fameuse "Rivière sans Etoiles" du Gouffre Berger ressortait dans les Cuves de la Salle à Manger. C'est l'hypothèse couramment admise au sein du groupe. Il est cependant impossible que l'eau qui coule au siphon terminal du Gouffre Berger sorte à la Salle à Manger (présence de la galerie ouest). Certes le Gouffre Berger a une communication avec les Cuves une coloration a été effectuée le 25 octobre 1953 ; versé à la cote -250 dans le gouffre, le colorant mit 48 heures pour apparaître aux Cuves malgré une pente apparente de 23 % et une distance à vol d'oiseau de 3800 m. Il y a donc présence d'une zone de ralentissement, due à une grande réserve d'eau (réseau noyé inaccessible ou nappe phréatique suspendue à + 20,5 m). La jonction Gouffre Berger - Cuves de Sassenage est-elle réalisable par un réseau fossile supérieur ? La poursuite des recherches seule permettra une réponse. Les plongées s'effectueront par les Cuves, ce qui est en fait beaucoup plus rationnel que par le siphon - 1122 du Berger.

Un problème important dans cette jonction est la "remontée géologique" qu'elle constitue : après la percée de l'Urgonien en puits superposés, le Berger se développe à la limite de l'Urgonien et de l'Hauteriviien, entamant l'un ou l'autre. La sortie de la "Rivière sans Etoiles" aux Cuves demandent la traversée de tout l'Urgonien, du Gault éventuellement, des lauzes du Sénonien inférieur avant d'arriver aux couches à silex où se développent les Cuves.

d) Réseau Sornin - Cuves de Sassenage (D. R.)

La topographie des Cuves semble formelle à ce sujet : l'orientation de la galerie ouest prouve l'existence d'un réseau drainant la partie est du plateau de Sornin (zones des pâturages). On retrouve la présence de ce réseau en surface sous forme de fissures (la Grande Rivoire) et plus au Nord par la combe de retenue attestant un effondrement sous-jacent.

Ce réseau apparaîtrait dans les Cuves par la galerie ouest pour la partie fossile et à la Salle à Manger pour la partie active ; son débit de 30 l/s en période d'étiage atteste la présence d'un réseau souterrain possédant les mêmes caractéristiques que le Gouffre Berger.

Cela vient renforcer la théorie de Claude ARNAUD : selon lui il existerait des gouffres semblables au Gouffre Berger, en partie obstrués sur les 250 premiers mètres (couche d'Urgonien). De ce côté, seule la poursuite des recherches permettra d'y voir clair.

e) Réseau de Saint-Nizier (Pas du Curé) - Cuves de Sassenage

L'avancement de l'exploration dans le réseau de Saint-Nizier permet d'affirmer l'existence d'un réseau provenant du Pas du Curé. L'avenir n'est guère engageant en ce qui concerne l'exploration de ce réseau, car on se heurte à une zone de replats avec de gros dépôts alluvionnaires. Les Cuves suivent fidèlement le pendage des couches. Il n'est toutefois pas impossible à priori qu'elles se développent en amont du Pas du Curé, dans la direction des gorges du Bruyant, pour drainer aussi le versant ouest du Moucherotte.



f) Réseau de la Gérina souterraine

Autrefois un ruisseau coulait continuellement, sur la face est de Sornin ; avec le temps celui-ci prit une activité temporaire ; il est aujourd'hui tari, même après de gros orages. Son activité se fait uniquement à la fonte des neiges. Des recherches seraient à entreprendre dans ce secteur. La Gérina souterraine ressortirait-elle au niveau de la nappe phréatique de l'Isère et du Drac, ou emprunterait-elle en amont un réseau la guidant vers les Cuves ? La deuxième hypothèse semble peu probable. Peut-être encore sortirait-elle aux Engenières (fontaine du Merle ?).

g) Qualité des eaux

Le Germe sortant des Cuves est partiellement capté pour l'alimentation de la commune de Sassenage qui absorbe 13,1 l/s d'eau potable (moyenne annuelle). Une station de chloration est située près du captage, car le Germe est pollué. Une petite résurgence, polluée également, est captée sous les Brets, au niveau du Furon. Une récente visite après une journée de pluie a montré à l'un de nous (D. R.) un débit évalué à 200 l/s.

Des prélèvements ont montré, après analyses, que l'eau en provenance de la Salle à Manger présentait des signes de pollution ; l'analyse s'est révélée négative pour le prélèvement effectué dans la rivière des Benjamins (qui est indépendante du réseau amont de Saint-Nizier). Il faut signaler que le taux de pollution augmente de façon alarmante avec le débit.

Le scialet de Saint-Nizier peut sembler directement responsable de cette pollution. Un ruisseau provenant d'une fontaine voisine s'y engouffre. Aujourd'hui en partie comblé par des détritits (feuilles, branches, armes provenant de la dernière guerre, cadavres de bestiaux), le scialet ne permet plus l'exploration. La ferme Mayousse située à l'aplomb de la source contribue activement sans aucun doute à cette pollution. D'autres responsables peuvent être les égoûts de Saint-Nizier qui, grossis d'un affluent, se perdent dans le Pas du Curé (?) où le débit est d'environ 5 à 6 l/s. Ils s'en vont probablement au Furon, mais ils s'infiltrent peut-être au moyen d'une fissure dans les Cuves.

Revenant à la pollution des eaux venant de Sornin, les détritits laissés par les spéléos dans le Gouffre Berger peuvent être mis en cause, mais les analyses ont été effectuées en 1956, c'est-à-dire après seulement quatre ans d'explorations dans le gouffre. Il faut tenir compte aussi de trois autres facteurs : les touristes qui maintenant sont nombreux à venir et à établir des camps sur Sornin, se débarrassant de leurs détritits dans les fissures, les moutons qui laissent à la fin de chaque année plusieurs dizaines de tonnes d'excréments, et les pertes supposées du Furon (2000 m de galeries des Cuves se situent en dessous du niveau de ce torrent).

Les études ultérieures sur l'hydrologie des réseaux permettront de préciser et peut-être de confirmer ces diverses hypothèses.

## EVOLUTION DES CUVES

Dans l'évolution des Cuves nous distinguons trois phases :

- 1°) un creusement actif de tout le réseau,
- 2°) un remblaiement ; colluvions et concrétionnement,
- 3°) une remise en activité avec un creusement plus faible, une érosion des éboulis (Western Gallery, Galerie des Cinq), une corrosion de certaines galeries actives (rivière des Benjamins) ; le concrétionnement bien que très faible se poursuit actuellement.

Une histoire semblable a pu être mise en évidence au Gouffre Berger lors de l'expédition du Groupe Spéléo de Valence en 1965.

Sous la falaise nord des Charvets une grotte s'ouvre, au cœur même de la faille : la grotte des Chèvres, qui a livré de beaux vases à notre section archéologique. Cette grotte ne semble pas étrangère aux Cuves de Sassenage. Hélas, elle est obstruée au bout de quelques mètres. A-t-elle été creusée par les glaciers venant raboter la falaise, est-elle vraiment l'ancienne résurgence des Cuves ? L'état actuel des choses ne permet aucune affirmation.

### Points d'absorption et possibilités de jonction entre le réseau des Cuves et l'extérieur

Bien que des points d'absorption aient certainement eu jadis une communication directe avec les Cuves (notamment le scialet de Saint-Nizier, coloré une fois par PIRAUD en 1932 et trois fois par le S. G. C. A. F. sans aucun résultat dans les Cuves), il nous a été jusqu'à présent impossible de trouver un débouché dans le réseau ; toutes les fissures qui à première vue possèdent une chance de continuation sont hélas bouchées au bout de quelques mètres par un bourrage glaciaire (méandre Aldo).

Lors du creusement de la galerie de dérivation E. D. F. (barrage à Engins, usine de Sassenage), les ouvriers coupèrent au niveau de la première fenêtre deux grottes naturelles où coulait un filet d'eau ; actuellement comblées pour soutenir le revêtement de la galerie, elles sont devenues inaccessibles. A l'époque le réseau de Saint-Nizier n'avait pas encore été découvert et aucun déblayage n'a été effectué en vue d'en découvrir la prolongation. Dans le même secteur, la galerie a recoupé plusieurs poches d'argiles rouges sableuses, témoins d'un karst comblé à l'Eocène.

### CONCLUSION

Le réseau actuellement accessible des Cuves de Sassenage draine deux bassins versants : celui de Saint-Nizier (plateau des Charvets) et celui de Sornin. Le premier affluent a été remonté, avec une direction générale constante, vers le Pas du Curé jusqu'à une altitude de + 450 m par rapport à l'entrée ; les affluents de Sornin (gouffre Berger, zone des pâturages, Grande Rivoire) arrivent par des siphons (galerie ouest et Salle à Manger) ou dans une sorte de nappe phréatique suspendue supposée. Il est possible que les Cuves soient l'aboutissement d'autres réseaux encore.

Les explorations doivent se poursuivre et on espère beaucoup des plongées qui doivent avoir lieu dans les siphons.

Un programme scientifique a été établi ; il portera essentiellement sur des prélèvements d'eau des différents réseaux connus ou d'origine hypothétique, dans un but d'analyses bactériologiques et biochimiques, ainsi que plusieurs colorations massives. Les sous-écoulements éventuels au niveau de la nappe de l'Isère et du Drac (altitude 200) constituent un problème qui restera à étudier.

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) JEANNEL (R.), 1952. - Notes biospéléologiques, VII.
- (2) LANEYRIE (R.), 1963. - Annales de Spéléologie, XVIII, 1.
- (3) BARBIER (R.), 1960. - Les conditions géologiques de la chute de Sassenage près de Grenoble. Bull. Soc. Géol. Fr., (7), t. 2, pp. 824-830.

## INVENTAIRE DES RESSOURCES EN EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES POUR LE PROJET DE PARC REGIONAL DU VERCORS

par J. FIORAVANTE et J. LAFOSSE

### COMMUNICATION S. R. A. E.

Dans le cadre du projet de création d'un parc régional dans le Vercors, le Groupe de Travail Régional, constitué en application du décret portant création des Parcs Naturels Régionaux, avait décidé de charger :

- Le Service Régional d'Aménagement des Eaux Rhône-Alpes d'effectuer un inventaire des ressources en eaux superficielles et souterraines.

- Les Directions Départementales de l'Agriculture de la Drôme et de l'Isère de dresser un inventaire des réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement dans le périmètre provisoire défini pour ce projet et qui comprend 21 communes du département de l'Isère et 30 communes du département de la Drôme.

Il avait été convenu que le Service Régional d'Aménagement des Eaux et les Directions Départementales de l'Agriculture concernés présenteraient un dossier commun relatif à ces deux inventaires.

Ce dossier s'intègre dans le cadre des études de reconnaissance que le Groupe de Travail Régional a confié en première phase des études préliminaires aux bureaux d'études :

- Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques (S.O.G.R.E.A.H.).
- Bureau d'Etudes et de Réalisations Urbaines (B.E.R.U.)
- Office National des Forêts.

Aujourd'hui, dans le cadre de ce colloque, nous nous permettons de présenter au titre de l'hydrologie et de l'hydrogéologie karstique du massif du Vercors, les éléments principaux de la première partie de ce dossier, relatif plus particulièrement à l'inventaire des ressources en eaux superficielles et souterraines.

Pour cet inventaire des ressources en eau du Vercors, nous avons d'abord pu consulter de nombreuses études déjà publiées, sur la géographie, le climat, la géologie, l'hydrologie, la spéléologie et la circulation des eaux souterraines dans cette région, aussi bien des études de détail telles que rapports de captages de sources pour l'alimentation en eau potable, que des études générales telles que les ouvrages consacrés au Karst du Vercors par A. BOURGIN et J. CORBEL.

Nous profiterons de l'occasion qui nous est donnée aujourd'hui pour remercier plus particulièrement Monsieur J. SARROT-REYNAULD, Professeur à l'Institut de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, Monsieur SAGNE, Ingénieur au Service des Débits de la 6e Circonscription Electrique, Monsieur ANDRE, Chef du Service Etudes et Mesures Hydrométriques de la Division Technique Générale de l'Electricité de France, Messieurs les Ingénieurs des Directions Départementales de l'Agriculture de l'Isère et de la Drôme, qui ont bien voulu mettre à notre disposition de nombreuses études et renseignements sur l'hydrologie et l'hydrogéologie dans le Vercors.

Nous avons effectué d'autre part une reconnaissance générale dans le Vercors au cours de l'été et de l'automne 1967 en vue de recenser le plus grand nombre possible de points d'eau, de les situer, d'observer leurs conditions de gisement et d'estimer leur débit aux alentours de l'étiage de cette année-là.

Bien que nous ayons pu visiter environ six cent points d'eau, depuis la toute petite source jusqu'aux grandes résurgences, ce recensement ne porte certainement pas sur la totalité des ressources en eau pour les 51 communes concernées dans le projet.

Par suite des limites de temps qui nous étaient imparties, il reste encore une reconnaissance détaillée à effectuer dans certaines régions d'accès difficile (forêt de Coulmes, et surtout forêt domaniale du Vercors).

Pour améliorer la connaissance des débits de certaines résurgences et cours d'eau les plus importants, une campagne de jaugeage a été effectuée ensuite par l'équipe hydrométrique du Service Régional d'Aménagement des Eaux : elle a permis de compléter les informations recueillies dans l'exploitation bibliographique et lors de la reconnaissance sur le terrain.

Le cadre géographique dans lequel s'est effectué ce recensement est, à l'exception du golfe molassique du Royans, un massif calcaire formé de vastes plateaux d'altitude moyenne et de quelques vallées intérieures parallèles correspondant aux structures synclinales nord-sud.

Le pourtour du massif se présente sous la forme de hautes murailles démantelées à des degrés divers par l'érosion et au pied desquelles on trouve des glacis et vallées de piedmont.

Dans ce Vercors essentiellement calcaire, c'est la circulation des eaux souterraines qui conditionne la répartition et l'abondance des ressources en eau, le facteur secondaire est ensuite la pluviométrie moyenne qui est plus forte dans la partie nord au-delà des gorges de la Bourne.

Les ressources en eau sont localisées en grande partie dans les réseaux karstiques. Ceux-ci sont de taille très variable et leurs limites sont souvent très mal connues. Ce sont les dispositions géologiques et structurales qui conditionnent leur importance.

La presque totalité des eaux pluviales s'infilte directement à travers les fissures du calcaire, le réseau hydrographique est insignifiant à la surface des plateaux qui présentent beaucoup de stigmates de la dissolution karstique (pots, scialets, gouffres, grottes, dolines, lapiaz).

Les eaux infiltrées dans les réseaux karstiques ressortent aux résurgences vers le niveau de base dans les vallées et les gorges.

Les cours d'eau véritables occupent seulement le fond des vallées et se ressentent profondément de la prédominance de la circulation souterraine.

## HYDROLOGIE SUPERFICIELLE

Concernant l'hydrologie superficielle nous avons dressé une récapitulation de tous les cours d'eau du Vercors avec la superficie de leur bassin versant apparent, leur longueur, leur débit minimum et le débit spécifique correspondant à l'étiage.

- On remarque ainsi que la Bourne est l'émissaire principal du Vercors, suivi de la Lyonne, de l'Archiane, du Meyrosse, du Cholet, du Furon, de la Sure, du ruisseau de Corrençon et du ruisseau de Tourtre.

- L'influence contradictoire des soutirages et des résurgences apparaît surtout dans le débit spécifique à l'étiage qui caractérise l'abondance réelle des cours d'eau.

La Bourne reste dans le peloton de tête avec des cours d'eau déjà bien placés qui comme elle sont alimentés par de grosses résurgences. Par exemple :

- le ruisseau de Tourtre,
- l'Archiane,
- le Meyrosse,
- le Furon.

De petits cours d'eau qui sont essentiellement les exutoires de résurgences ou d'émergences viennent ensuite :

- la Drevenne,
- la Comane,
- le ruisseau de Pellas,
- le ruisseau de Valcroissant.

Malgré leur débit important, d'autres apparaissent en réalité mal alimentés (La Lyonne) et pour terminer certains comparativement à la superficie apparente de leur bassin versant, sont dans une indigence extrême :

- la Vernaison,
- le Doulouche,
- le Méaudret,
- le ruisseau de Corrençon,
- la Gervanne (de façon un peu arbitraire le point de jaugeage étant pris avant la résurgence des Fontaigneux).

Le cas de la Vernaison que le regretté spécialiste Monsieur A. BOURGIN a présenté depuis longtemps est singulier.

Comme il l'a démontré la Vernaison est la principale victime des soutirages ; tout l'Urgonien, 80 % de son bassin apparent, est drainé vers la Bourne et il ne lui reste que les écoulements dérisoires de la partie Gault-Sénonien limité à la vallée de Saint-Agnan.

Nous abordons à partir de cette constatation l'élément fondamental de l'hydrogéologie du Vercors.

- L'épaisseur de la couverture urgonienne qui forme en majeure partie les grands plateaux calcaires a favorisé l'implantation d'une circulation souterraine très développée.

L'écoulement dans le réseau hydrographique superficiel en est profondément perturbé, comme nous venons de le constater, car il existe de très grands réseaux souterrains (ceux de la Luire, du Gouffre Berger et du Brudour par exemple).

Ces réseaux drainent de vastes périmètres, souvent bien au-delà des limites topographiques, ce qui provoque des soutirages importants, au détriment, aussi bien des ressources phréatiques sur les hauts plateaux profondément diaclasés, que des eaux de surface détournées par les pertes du réseau hydrographique de leur bassin versant apparent.

Les réseaux généralement orientés par des failles aboutissent à des résurgences très abondantes (sources d'Arbois, cuves de Sassenage, l'Archiane) le plus souvent au contact d'un niveau imperméable (Hauterivien marneux en particulier).

C'est surtout le long du cours moyen de la Bourne de Prénatier à Pont-en-Royans qu'arrivent les résurgences (Goule Blanche, Goule verte, Goule noire, sources d'Arbois, Bournillon) ce qui fait que l'étiage de cette rivière est particulièrement abondant et soutenu ( $8 \text{ l/s/km}^2$ ).

À côté des résurgences principales, il ne reste place dans ce système karstique qu'à quelques sources de doline ou de scialet sur les plateaux, la plupart temporaires ou de débit pérenne insignifiant.

- Un autre faciès de calcaire sénonien est lui aussi susceptible de donner naissance à des circulations karstiques, qui sont aussi souvent subordonnées à des cassures tectoniques et à des diaclases.

Ces circulations sont en général plus limitées en raison de la plus faible étendue de ce faciès et à sa disposition en général synclinale. La présence d'un niveau de base assez proche et moins perméable (Albien argilo-marneux) permet l'apparition de sources perchées : le remplissage molassique dans le fond des vallées permet aussi la mise en charge et l'apparition de résurgences à la limite des affleurements (source de trop plein, telle que la résurgence de Bouilly).

- Les sables albiens et la molasse miocène sont des formations perméables en petit, susceptibles de contenir des nappes phréatiques et d'alimenter des sources de débit assez faible mais régulier.

- Enfin, étant donné la grande surface occupée sur les pentes par les éboulis au pied des falaises de rebord des plateaux, on trouvera aussi des sources dans ces formations perméables mais très souvent temporaires et dont l'émergence s'abaisse le long du talweg, au fur et à mesure que le débit de la nappe s'épuise en période de sécheresse.

D'après la position et les débits possibles des quatre types d'émergences que nous venons de décrire, on comprend que de très grandes surfaces sur les plateaux soient pratiquement dépourvues de ressources en eau et que leur développement au point de vue agricole et touristique soit hypothéqué par cette pénurie.

la conservation de la faune et son extension à d'autres espèces dans la réserve naturelle envisagée par le projet de parc régional se heurtera en premier lieu à cet obstacle.

## HYDROLOGIE SOUTERRAINE

Nous avons également dressé l'inventaire des ressources en eaux souterraines, sources et résurgences, par communes dans les départements de l'Isère et de la Drôme avec la situation géologique de l'émergence, la cote et le débit d'étiage ; certains de ces points d'eau sont déjà captés en totalité ou en partie.

Il apparaît ainsi que certaines communes sont particulièrement favorisées :  
soit par le débit de grosses résurgences ;

|                           |                                                       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|
| - Chatelus                | 1725 l/s sources d'Arbois en rive gauche de la Bourne |
| - Rencurel                | 500 l/s la Goule Noire                                |
| - Saint-Nizier            | 135 l/s Le Bruyant                                    |
| - Saint-Laurent-en-Royans | 50 l/s le Cholet                                      |
| - Bouvante                | 50 l/s source de la Lyonne                            |
| - St-Martin-en-Vercors    | 108 l/s l'Adouin Tourtre                              |
| - St-Julien-en-Vercors    | 100 l/s la Goule Verte                                |
| - Romeyer                 | 35 à 100 l/s sources du Rays                          |
| - St-Nazaire-en-Royans    | 124 l/s source du Tai                                 |
| - Beaufort-sur-Gervanne   | 370 l/s source des Fontaigneux                        |
| - Treschenu               | 200 à 400 l/s sources d'Archiane.                     |

soit par le nombre d'émergences de moyen et petit débit

|                        |                                                                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Oriol-en-Royans      | 40 l/s source de Pisses                                                                        |
| - Rencurel             | 35 l/s émergences de la rive droite de la Drevenne                                             |
| - Lans-en-Vercors      | 54 l/s le Peuill, les Jailleux, Bouilly, RN 531                                                |
| - Villard-de-Lans      | 42 l/s entre autres Bas-Méaudret, Font de la Maie, Pont des Aniers, Oeil de la Duys, le Renard |
| - Chichilianne         | 40 l/s sources de la Doux, de Ruthière, de Donnière, du Dordon et des Fourchaux                |
| - St-Martin-en-Vercors | 50 l/s sources du Bruyèche et les Gours Ferrants, entre autres                                 |
| - St-Agnan-en-Vercors  | 21 l/s sources du Trou d'Aygue et des Neys, à Combe Male entre autres                          |
| - Ombleze              | 30 l/s la Grande Pissoire et les Châtelards dans les gorges de la Gervanne                     |
| - Châtillon-en-Diois   | 8 l/s source de la Doux.                                                                       |

Il y a aussi des communes qui ont encore une ou deux bonnes sources non encore utilisées :

|                        |                                         |
|------------------------|-----------------------------------------|
| - Château-Bernard      | 3 l/s                                   |
| - Saint-Andéol         | 5 l/s                                   |
| - St-Martin-de-Clelles | 10 l/s source du Fontanil Côte Meyresse |
| - Saint-Guillaume      | 15 l/s source de Morinaire              |
| - Léoncel              | 20 l/s source de la Lyonne de Léoncel   |
| - St-Julien-en-Vercors | 5 l/s                                   |
| - Plan-de-Baix         | 4 l/s                                   |

Si des communes sont gravement dépourvues de ressources quand elles sont entièrement situées sur les plateaux calcaires comme Presles, Vassieux, Corrençon-en-Vercors, il ressort de ce tableau que, dans certaines communes qui semblent particulièrement bien pourvues, il peut y avoir de larges secteurs situés sur les plateaux ou sur les flancs des vallées qui sont déshéritées ou mal approvisionnées.

Ce sont, par secteur géographique, les zones numérotées de 1 à 8 qui figurent sur la carte au 1/100 000 (établie par le SRAE) en même temps que les éléments principaux de notre inventaire des ressources en eaux superficielles et souterraines.

- Zone 1 - Le flanc ouest de la vallée de Villard-de-Lans (des Aiguaux à Chemin Neuf).
- Zone 2 - Le flanc ouest de la vallée du Doulouche (de la côte aux Antis).
- Zone 3 - Le flanc ouest de la vallée de Saint-Julien, Saint-Martin-en-Vercors (des Alberts au Bard).
- Zone 4 - Le plateau de la forêt domaniale des Coulmes (avec les hameaux des communes de Presles et Mallevall).
- Zone 5 - Le plateau de la forêt domaniale de Léoncel (du Grand Echaillon à Bouchet).
- Zone 6 - Le plateau de Vassieux (de Charosse à Fouletiers).
- Zone 7 - Le grand plateau de la forêt domaniale du Vercors.
- Zone 8 - La montagne de Glandasse.

Nous avons cité les principales zones ; il reste bien entendu dans le détail certains hameaux et écarts dispersés qui peuvent poser des problèmes particuliers, surtout sur les bordures orientale et méridionale du Vercors.

Exemple : col de Marignac en Diois, col de l'Arzelier, Puy Trangoullia, etc.

Dans les secteurs que nous venons d'énumérer, on doit avoir recours en été aux citernes d'eaux pluviales, aux captages précaires des rares sources pérennes et éloignées, au charrois de l'eau par citerne.

La subsistance de l'agriculture et le développement du tourisme sont gravement entravés par le manque d'eau dans ces régions qui présentent cependant tous les autres attraits de la montagne et de la forêt.

Nous avons, tout à l'heure énuméré les noms de nombreuses communes du Vercors qui peuvent disposer de résurgences, de sources ou de nappes non encore exploitées :

- dans les vallées de la Bourne, du Furon, de Saint-Martin, de Saint-Julien-en-Vercors, du Meyrosse, de l'Archiane, de la Gresse et du ruisseau de Darne, ce sont des résurgences ;
- dans les vallées de Chichilianne et du ruisseau de Pellas, ce sont des nappes d'accompagnement des cônes de déjection torrentiels.

La quasi totalité des A. E. P. réalisées ont utilisé les points d'eau les mieux situés pour permettre une adduction gravitaire.

Il existe encore parfois, sur des points d'eau déjà captés, des trop pleins disponibles à l'étiage.

Il semble intéressant, dans un premier stade et avant de recourir à ces nouvelles ressources, d'exploiter ces trop pleins, de mieux organiser la distribution et de freiner le gaspillage qu'a entraîné le mode d'adduction gravitaire.

Les nouvelles adductions à partir des sources non encore exploitées seront rarement de type gravitaire.

On devra avoir recours au refoulement à partir des points bas ce qui rendra les nouveaux réseaux plus difficiles à réaliser et plus coûteux.

Des résurgences qui sont parmi les plus importantes en débit sont au départ handicapées par suite de leur situation géographique défavorable par rapport aux secteurs à alimenter.

On peut citer :

- les résurgences de la Goule Blanche, de la Goule Verte, de la Goule Noire, des sources d'Arbois qui sont peu accessibles dans les gorges de la Bourne et sont éloignées des secteurs à équiper.

L'utilisation de ces résurgences nécessiterait des installations de refoulement très puissantes. Enfin, elles sont déjà aménagées par l'E. D. F. qui peut faire valoir sur leur utilisation des droits acquis difficiles à négocier.

Dans la même situation se trouve :

- la résurgence du Bruyant sous Saint-Nizier ;
- les sources des Châtelards et de la Grande Pissoire dans la vallée de la Gervanne, les sources de Morinaire et de la côte Meyresse au pied du versant oriental, l'Archiane dans la commune de Treschenu.

Il en reste cependant de bien placées qui peuvent servir :

- soit gravitairement pour alimenter des vallées,
- soit par refoulement pour désenclaver les plateaux et les zones défavorisées que nous avons énuméré précédemment sur la carte, par exemple :
  - les sources de la Lyonne, de Bouvante et de Léoncel,
  - la source du Cholet à Combe Laval,
  - les sources du Gournier et du Jallifier, au-dessus de Choranche,
  - les sources de l'Adouin, des Gours Ferrants, du Bruyèche dans la vallée de St-Martin et de St-Julien,
  - les sources de la Haute Bourne entre Lans et Villard de Lans,
  - les émergences de Ruthière-Donnières dans la vallée de Chichilianne.

En dehors de ces grosses et moyennes ressources potentielles, il existe encore bon nombre de points d'eau que leur débit supérieur à 1 l/s, et leur situation placent dans de bonnes conditions pour servir à de nouveaux équipements aux besoins limités et autonomes (colonies de vacances, terrains de camping, piscines, villages familiaux, etc.).

Dans la mesure du possible, nous avons fait figurer sur les cartes, les tableaux, les notes de terrain et le texte du rapport proprement dit le débit et la situation de ces points d'eau.

Après avoir présenté ce panorama exhaustif de la situation des ressources en eaux superficielles et souterraines, nous avons insisté enfin pour terminer sur la protection de la qualité des eaux et sur l'assainissement nécessaire.

En pays calcaire, le déversement des eaux usées non traitées dans le réseau hydrographique est, cela a été souligné depuis longtemps, grave de conséquences :

- d'une part, la dilution des eaux usées est très faible à l'étiage,
- d'autre part, à cette époque, les eaux souterraines peuvent être directement contaminées par les pertes du réseau superficiel.

Les dangers provoqués par le rejet des eaux usées non traitées ne peuvent donc plus être sous-estimés.

A l'heure actuelle, les rejets autour de Villard-de-Lans, Autrans, Méaudre ont déjà provoqué des altérations importantes de la qualité des eaux de la Bourne et du Méaudret.

La construction de stations d'épuration pour ces grands centres devrait être envisagée rapidement.

D'autres points sont aussi à surveiller : la Vernaïson, à l'aval de Saint-Agnan-en-Vercors, la Gresse à l'aval de Gresse-en-Vercors, le Furon à l'aval de Lans-en-Vercors.

Dans l'avenir, aucun des aménagements ne devrait être conçu et accepté sans que la destination des eaux usées et leur traitement ne soient en même temps obligatoirement étudiés.

De même, il est indispensable de déplacer ou de supprimer les dépôts communaux d'immondices qui ont été trop souvent placés par solution de facilité au bord ou dans le lit des cours d'eau.

L'attrait de nombreuses rivières du Vercors sera ainsi préservé et même amélioré pour les pêcheurs et les touristes qui fréquentent leurs abords et, finalement, la qualité des eaux souterraines sera sauvegardée pour l'avenir.

Dans l'inventaire que nous venons de présenter nous nous sommes efforcés de rassembler le maximum de renseignements au point de vue quantitatif et qualitatif qui puissent servir aux responsables qui auront la charge de définir et d'orienter les aménagements et les équipements du futur Parc Naturel Régional du Vercors.

Nous sommes convaincus cependant qu'il y a des insuffisances importantes dans ce bilan malgré tout limité sur le fond par son but nécessairement utilitaire.

Mais nous pensons que nous pourrions l'améliorer de deux côtés :

1° - à partir des enseignements de ce colloque :

car nous nous apprêtons à écouter avec beaucoup d'attention les communications de nos collègues hydrogéologues, géologues, spéléologues et ingénieurs qui se sont intéressés au Vercors bien avant nous.

Nous sommes persuadés, à la lecture des titres de la liste des exposés qui vont suivre que ces spécialistes vont nous apporter sur le plan général et sur les problèmes particuliers, des éclaircissements et des explications scientifiques essentielles.



2° - à partir d'un programme de recherche que nous envisageons de mener dans les années à venir en vue de préciser sur quelques points d'eau importants la corrélation pluie-débit à partir de stations de jaugeage et d'un équipement hydrométéorologique particulier (nivo-pluviomètres et pluviographes.).

Nous pensons ainsi pouvoir suivre, à côté des études qui relèvent directement de la Direction Départementale de l'Agriculture de l'Isère sur d'autres résurgences :

- la résurgence de l'Adouin à Tourtre,
- la résurgence des Fontaigneux à Beaufort-sur-Gervanne,
- les sources d'Archiane à Archiane.

D'autre part, si des moyens financiers plus importants nous sont consentis, nous espérons aider dans l'avenir à la réalisation des travaux envisagés à Combe Laval par le Groupe de Spéléologie de Valence sous la direction de Monsieur POMMIER :

- abaisser le plan d'eau de la source du Cholet pour permettre le passage des siphons et continuer l'exploration du réseau souterrain,
- désobstruer les scialets Felix et la Maison Forestière de Lente, susceptibles de permettre un accès au réseau du Cholet sous la forêt de Lente.

Dans le cadre d'une participation plus technique à ce colloque nous avons prévu de présenter les résultats des travaux de curage, d'approfondissement et de pompage que nous devons faire effectuer sur les sources des Gours Ferrants situées entre Tourtre et les Barraques-en-Vercors et qui semblent drainer une partie du Sénonien au flanc ouest de la vallée de Saint-Martin - Saint-Julien.

L'utilisation de ces sources est en effet retenue pour un projet d'adduction intercommunal qui couvrirait les nouveaux besoins de Saint-Agnan, la Chapelle, Vassieux, Font d'Urle.

La Direction Départementale de l'Agriculture de la Drôme nous avait demandé de préciser les possibilités de débit de ces sources dont l'écoulement naturel le plus faible, jaugé jusqu'à présent est de 20 l/s environ.

Le programme de travaux prévu n'a malheureusement pu être mené à bien avant cette réunion, les conditions météorologiques étant devenues particulièrement défavorables avec les pluies abondantes tombées aux alentours de la Toussaint sur la région.

Nous vous prions de bien vouloir nous excuser pour cette défaillance.

Avant de céder la place et si les limites de temps qui nous étaient imparties le permettent, nous pourrions montrer pour information en diapositives les tableaux qui présentent les éléments essentiels du recensement des réseaux de A. E. P. et d'assainissement établis par les D. D. A. de l'Isère et de la Drôme et qui font partie de la deuxième partie du dossier commun consacré par le Ministère de l'Agriculture au projet de Parc Naturel Régional du Vercors.

## HYDROGEOLOGIE DU PLATEAU DE SAINT-NIZIER

---

par J-C. FOURNEAUX

### RESUME

Le plateau de Saint-Nizier est formé par la voûte des calcaires sénoniens du pli-faille de Sassenage. Cette voûte est affectée de nombreuses fractures qui ont conditionné sa morphologie et sa karstification. Les dépôts d'origine glaciaire ont en partie remodelé cette morphologie.

Les traces de réseaux karstiques superficiels sont très rares sur le plateau lui-même et peu fréquentes sur les flancs. Il n'existe aucun écoulement superficiel permanent sur toute sa superficie et les sources pérennes sont rares à la périphérie.

Le ou les réseaux karstiques ont été masqués, fossilisés même parfois par les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires. Cette fossilisation quaternaire vient parfois se superposer à une fossilisation d'âge éocène. Des corrélations entre les observations de surface et les travaux souterrains (galerie de dérivation du Furon) permettent de localiser les accidents structuraux masqués sous les dépôts quaternaires.

L'hydrogéologie est conditionnée par la présence de ce karst, masqué sous le Quaternaire. Les eaux s'y infiltrent et sont ensuite drainées par le karst.

Les eaux ainsi drainées semblent rejoindre trois bassins différents : les cuves de Sassenage, la source des Arcelles et enfin des résurgences sous-alluviales dans la zone de Fontaine.

## HYDROGEOLOGIE DU PLATEAU DE SAINT-NIZIER

---

par J-C. FOURNEAUX

Le plateau de Saint-Nizier, situé à la pointe nord est du massif du Vercors, domine la plaine de Grenoble de 900 mètres. Il s'étend depuis le village de Saint-Nizier au Sud jusqu'aux falaises qui surplombent Sassenage au Nord. A l'Ouest, la profonde vallée du Furon le sépare du Sornin et, à l'Est, une pente irrégulière et accidentée le raccorde avec la plaine du Drac et de l'Isère.

Ce plateau correspond à la voûte du pli-faille de Sassenage ; les limites géographiques se superposent à des limites géologiques. Le plateau lui-même est entièrement formé par les calcaires à silex de la partie supérieure du Sénonien. Vers le village de Saint-Nizier, ce Sénonien est recouvert en discordance par des dépôts de "molasse" tertiaire. Par ailleurs, de nombreux dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires viennent masquer la structure de détail des calcaires à silex qui sont affectés de fractures et failles importantes.

Cette structure de détail conditionne l'hydrogéologie du plateau et de ses flancs. En effet, des réseaux karstiques, oblitérés par les dépôts quaternaires, se sont installés sur les zones fracturées et drainent par le fond les réservoirs que sont les dépôts quaternaires. Ainsi la structure géologique permet-elle d'expliquer le régime hydrogéologique de cette partie du massif du Vercors d'où l'eau est pratiquement absente.

### STRUCTURE GEOLOGIQUE DE DETAIL

La voûte formée par les calcaires à silex vient se terminer vers l'Ouest contre une double faille, orientée Nord-Sud, failles qui sont en fait la trace du pli-faille de Sassenage. Sur le plateau même, plusieurs directions d'accidents sont visibles et influent sur le modelé de la topographie. Ces accidents se retrouvent sur le flanc est du plateau. Au Sud, les calcaires à silex viennent buter contre le grand accident qui longe les Trois Pucelles.

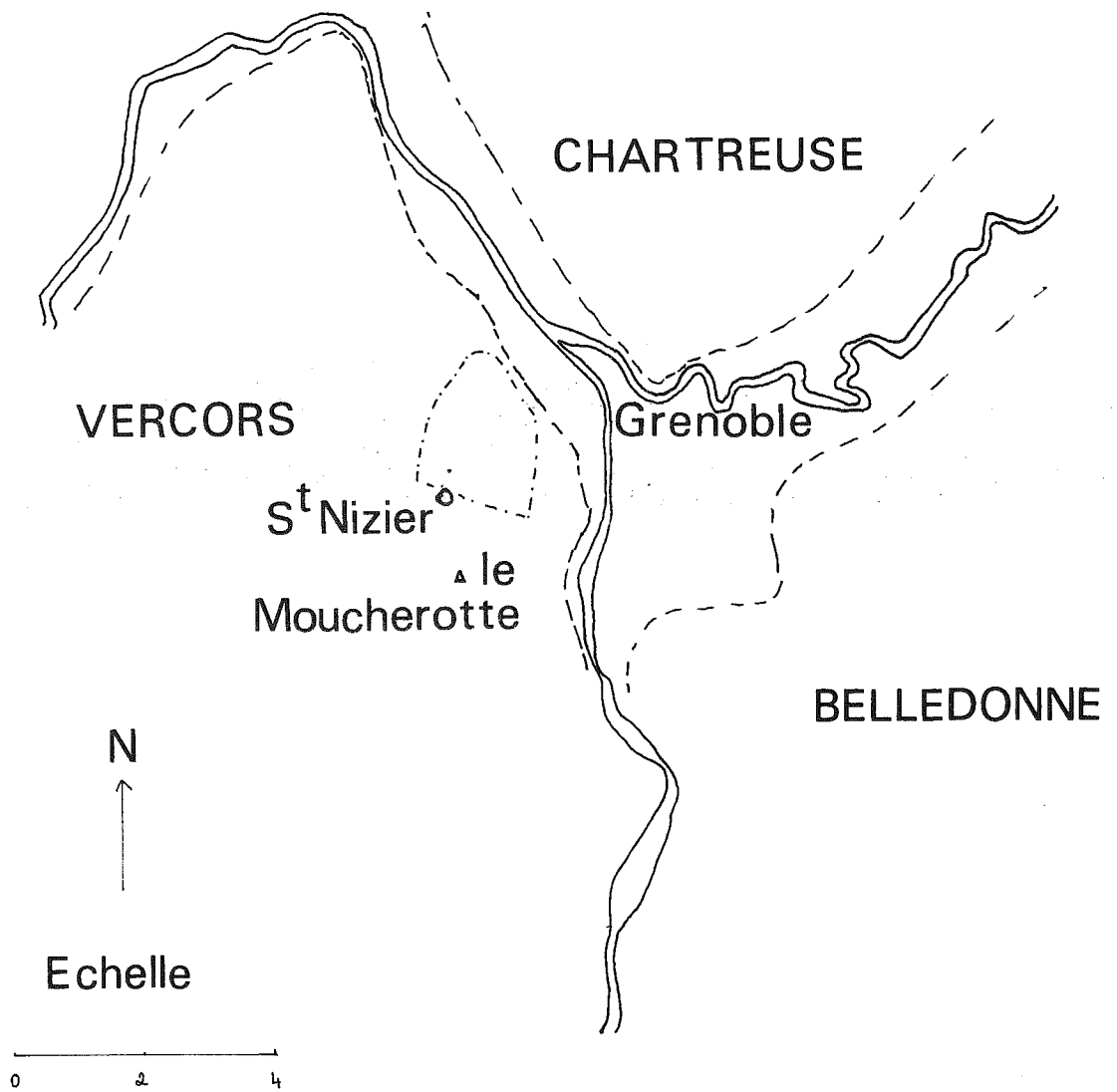
La plus occidentale des deux failles de Sassenage forme la limite du plateau au Nord Ouest ; elle traverse ensuite le Furon. Elle met en contact les calcaires à silex avec les calcaires urgoniens. Il ne semble pas y avoir de communications, à ce niveau, entre les deux formations.

La deuxième faille de Sassenage occupe le plateau en deux parties et vient à l'Ouest des Guillels. Elle semble affectée par les cassures N 140. Le tracé de cette faille correspond aux petites falaises qui dominent Rochetière.

Les cassures de direction N 140 découpent la partie centrale du plateau en une suite de petits horsts et petits grabens ; ces derniers sont, en général, remplis de dépôts quaternaires et couverts de prairies ; les parties les plus élevées correspondent aux affleurements de calcaires à silex et sont couvertes de forêts. Les traces de cette série de failles ont été retrouvées dans les travaux de la galerie de dérivation du Furon (1). Ces cassures sont bien visibles le long de la route Grenoble-Saint-Nizier, dans la partie supérieure du flanc.

La partie basse de cette pente est beaucoup plus hachée ; on retrouve des failles de direction Nord-Sud. L'érosion a, en grande partie, dégagé les zones broyées qui ne sont pas ici oblitérées par les dépôts quaternaires. Ces zones broyées ont été dégagées par des eaux de fonte de glaciers qui ont donné toute une série de torrents temporaires. Le cañon du Pas du Curé aurait une origine similaire (4), (voir figures 2 et 3, p. 122, 123).

# PLATEAU DE S<sup>t</sup> NIZIER SITUATION



## MORPHOLOGIE

Le plateau de Saint-Nizier, quoique uniquement formé de calcaires massifs, présente une morphologie typiquement glaciaire ; des éléments de morphologie karstique sont visibles sur le flanc est (Grotte des Sarrasins).

Les dépôts morainiques ou fluvio-glaciaires ont en grande partie empâté les horsts et les grabens qui forment l'arête du plateau. Ces dépôts ont déterminé deux "vallées" mortes. Il s'agit, en fait, de deux séries de dépressions fermées mais peu profondes qui s'alignent, l'une à l'Ouest et l'autre à l'Est. La première de ces vallées part au Nord des Guillets et se dirige vers le Nord jusqu'aux Roux ; large de 500 m, elle est longue de 1,5 km. La seconde, orientée du Nord vers le Sud, a 250 m de large et 1 km de long ; elle est encadrée par deux moraines aux formes très fraîches ; on peut la suivre du chalet de Beaumont jusqu'aux Michallons.

Ces deux vallées ne sont pas d'anciens chenaux, puisqu'elles présentent des dépressions fermées ; elles sont dues à la fonte sur place de lambeaux de glaciers lors d'un retrait. Par contre, on peut observer de ces chenaux sur tout le pourtour du plateau. Le Pas du Curé en est un et la Combe de Lavresse, qui prolonge au-delà des Roux la vallée "ouest", est aussi un exemple de ces chenaux. Cette dernière est due non seulement aux eaux de fonte de la langue glaciaire qui arrivait aux Roux, mais aussi aux eaux d'un chenal en provenance du Nord Est (voir schéma).

A côté de ces dépressions et chenaux, on trouve aussi des formes d'accumulation comme les moraines des Guillets, comme la moraine des Roux ; au niveau de Mollard-Gargot, à la partie nord du plateau, les moraines ont aussi des formes très fraîches.

Enfin, presque partout sur le plateau, les calcaires à silex disparaissent sous les accumulations de dépôts glaciaires remaniés par les eaux de fonte. L'épaisseur de ces dépôts, évaluée par prospection électrique, dépasse par endroit 20 m dans les creux. Il semble, par ailleurs, que la topographie du substratum soit parfois différente de la topographie actuelle.

## HYDROLOGIE

Le plateau de Saint-Nizier couvre une superficie de 5 km<sup>2</sup> et reçoit en moyenne 1200 mm d'eau par an ; l'évapotranspiration peut être estimée, compte tenu de l'altitude et de la température moyenne, à environ 400 mm par an. Or, il n'existe aucun écoulement superficiel, ni sur le plateau lui-même, ni sur ses flancs.

A la partie sud, au pied du village de Saint-Nizier, quelques petites sources émergent dans la molasse ; elles sont toujours à des altitudes supérieures à celle du plateau lui-même.

La seule source importante est située sur l'accident Comboires-Trois Pucelles, c'est-à-dire à la limite sud de la zone qui nous intéresse. Le débit total de ces sources est de l'ordre de 70 l/s ; une partie des eaux tombées dans la zone des Michallons est drainée par cette source.

A cette source fait suite le ruisseau des Arcelles qui est le seul écoulement permanent sur tout le flanc est du plateau. Son débit est de l'ordre de 293 l/s. Sur ce flanc, on peut signaler une source au virage des Pinières (cote 870). Cette source est liée aux formations quaternaires dans lesquelles est entaillé le lacet de la route ; ces formations sont toujours en train de glisser, comme le montre très bien le revêtement de la route.

Sur le plateau même, ni source, ni ruisseau ; de même sur la plus grande partie du flanc est où le ruisseau du Bou-teillard reste sec de nombreux mois de l'année.

Sur le flanc ouest, du côté de la vallée du Furon, les sources et les ruisseaux sont également absents.

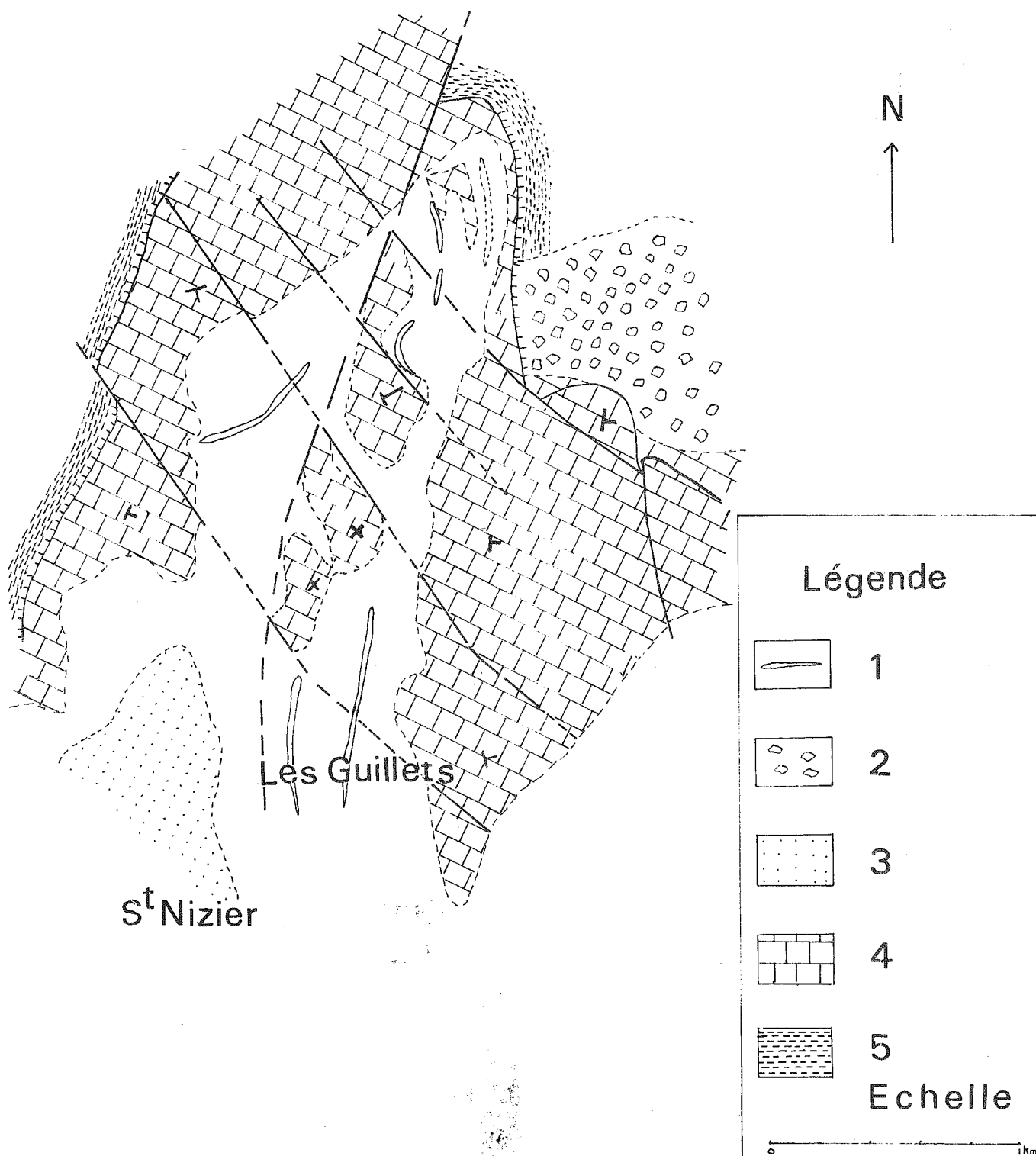
Le volume d'eau tombé sur le plateau et non évaporé, soit :

$$0,8 \text{ m} \times 5,10^6 \text{ m}^2 = 4\,000\,000 \text{ m}^3.$$

s'infiltre dans le (ou les) réseau karstique développé dans les calcaires à silex. Compte tenu de la structure de ces calcaires à silex et des données de la spéléologie, on peut admettre qu'une partie de ces eaux rejoint les Cuves de Sassenage ; une autre, mais beaucoup plus faible, rejoint la source des Arcelles ; la troisième partie enfin doit rejoindre la nappe de la plaine de Fontaine par des résurgences sous-alluviales.

# PLATEAU DE S<sup>t</sup> NIZIER CARTE GÉOLOGIQUE SCHEMATIQUE

fig 2



## HYDROGEOLOGIE

L'absence d'écoulements superficiels implique des circulations souterraines puisqu'un volume d'eau important échappe à l'évapotranspiration.

Dans les formations quaternaires, l'eau s'infiltré tout de suite et trouve des possibilités de circulation, puisqu'il n'existe pas de zones marécageuses, même dans les dépressions fermées. La perméabilité de ces formations quaternaires est donc relativement élevée, ce que confirment les mesures de résistivité : il s'agit donc de dépôts fluvio-glaciaires remaniés et lessivés. Seuls les cordons morainiques conservent une teneur en argile importante.

Il n'existe pas de nappes dans ces formations qui ont pourtant des épaisseurs qui peuvent dépasser 30 m par endroit. Cela implique une possibilité d'évacuation des eaux par le fond, c'est-à-dire par le substratum.

Les calcaires à silex constituent la majeure partie de ce substratum. Les eaux empruntent les fissures, diaclases et fractures de la roche pour circuler. Ces calcaires donnent lieu à une karstification importante, connue depuis longtemps. Les réseaux karstiques se développent de façon préférentielle sur les réseaux de fractures (5). On constate en effet que les dépressions fermées et les zones basses comblées de sédiments quaternaires s'alignent bien sur les fractures et failles mises en évidence.

Sous les calcaires à silex, les lauzes sont des calcaires en petits bancs, plus ou moins gréseux, avec des interlits marneux très minces. Dans cette formation, la circulation des eaux se fait horizontalement, beaucoup plus que verticalement (5). Les lauzes forment le mur du karst sénonien. On ne connaît pas, dans cette zone, de communication entre le quartz sénonien des calcaires à silex et le karst urgonien.

Donc, en fait, l'hydrogéologie du plateau est conditionnée par la superposition des formations fluvio-glaciaires et des calcaires à silex karstifiés. La tectonique intense, responsable des réseaux de failles, joue donc un rôle important dans les conditions de l'hydrogéologie de cette zone.

Le karst du plateau de Saint-Nizier, comme tout le karst du Vercors, a été fossilisé à l'Eocène. Des poches d'argiles rouges ont d'ailleurs été trouvées lors des travaux de la chute de Sassenage (1). Dégagé au moment du soulèvement alpin, le karst a, par endroit, été fossilisé à nouveau lors des glaciations ; c'est le cas de toute la partie supérieure du plateau entre 900 et 1050 m d'altitude. Ce sont en fait les dépôts fluvio-glaciaires qui ont masqué le karst. Ces dépôts ont été délavés par les eaux de fonte des glaciers. On trouve parfois des poches remplies d'argiles glaciaires qui se distinguent très bien des argiles rouges éocènes (1). Ce sont les produits du délavage des dépôts quaternaires qui remplissent ces poches. Ces mêmes produits sont visibles dans les cassures qui, le long de la route, affectent les calcaires à silex. Ils s'accompagnent de suintements après les pluies.

Ces formations quaternaires jouent un rôle régulateur vis-à-vis du karst ; elles se gorgent d'eau et restituent ensuite cette eau au karst avec un retard par rapport à la pluie. Ce retard sera fonction de la perméabilité d'ensemble de la formation considérée. C'est ainsi que peut s'expliquer la régularité relative du débit de la source des Arcelles.

Sur le flanc est, le pendage est et nord est conditionne le sens d'écoulement des eaux dans le karst. La surface concernée est importante et aucune résurgence n'est connue relative à ce bassin-versant. Il doit donc y avoir des résurgences sous-alluviales dans la région de Fontaine. Une étude détaillée de la nappe phréatique dans ce secteur devrait permettre de localiser ces résurgences, si elles ne se trouvent pas sous une trop grande épaisseur d'alluvions.

Vers l'Ouest enfin, les deux failles du pli-faille de Sassenage semblent jouer le rôle d'écran ; les eaux sont rassemblées et aboutissent probablement aux Cuves de Sassenage. La structure géologique va déterminer la ligne de partage entre ces bassins-versants, puisque dans les formations superficielles la circulation se fait verticalement ; seule la forme du substratum intervient dans ce partage.

## DETERMINATION DES DIFFERENTS BASSINS-VERSANTS

L'existence d'un régime hydrogéologique karstique amène à se poser la question des bassins-versants réels. Ils sont trois : la vallée du Furon et les Cuves de Sassenage, le ruisseau des Arcelles et enfin le ruisseau du Bouteillard et le bois des Vouillants.

Les limites exactes de ces différents bassins, connues avec précision, permettraient d'évaluer avec moins d'approximation les apports à la nappe de la plaine.

#### LE BASSIN-VERSANT DU RUISSEAU DES ARCELLES

La source des Arcelles est alimentée par le grand accident tectonique qui longe les Trois Pucelles au Nord. Cet accident doit drainer une partie des terrains molassiques sous le village de Saint-Nizier. Le bassin-versant réel est probablement assez important car, outre la source des Arcelles (15 l/s) on trouve sur ce même accident les sources des Charbonneaux (50 l/s en quatre résurgences). La surface du bassin-versant correspondant peut être estimée à 20 km<sup>2</sup>.

#### LE BASSIN-VERSANT DU FURON

En fait, très peu d'eau rejoint directement le Furon ; les réseaux karstiques en relation avec les Cuves de Sassenage drainent la plus grande partie des eaux tombées sur la moitié ouest du plateau. La limite du bassin-versant se trouve à l'Est de la faille qui partage le plateau en deux. Dans le détail, cette limite dépend beaucoup du pendage des calcaires à silex sur chaque horst, de la fracturation de ces calcaires et de la forme du substratum sous le remplissage quaternaire ; il est donc impossible de la tracer avec certitude en chaque point, la solution adoptée sur la figure est la plus probable.

#### LE BASSIN-VERSANT EST

C'est le plus vaste, si l'on tient compte du versant du plateau. Ici les calcaires à silex affleurent presque partout et leur structure est assez régulière (aux failles près). Au niveau de la Tour-sans-Venin, la limite avec le bassin-versant du ruisseau des Arcelles doit correspondre à la limite topographique. Il n'est évidemment pas possible de dire si ce bassin-versant a un seul émissaire souterrain ou s'il en possède plusieurs sous les alluvions de la plaine du Drac. (voir figure 4, p. 126).

#### CONCLUSION

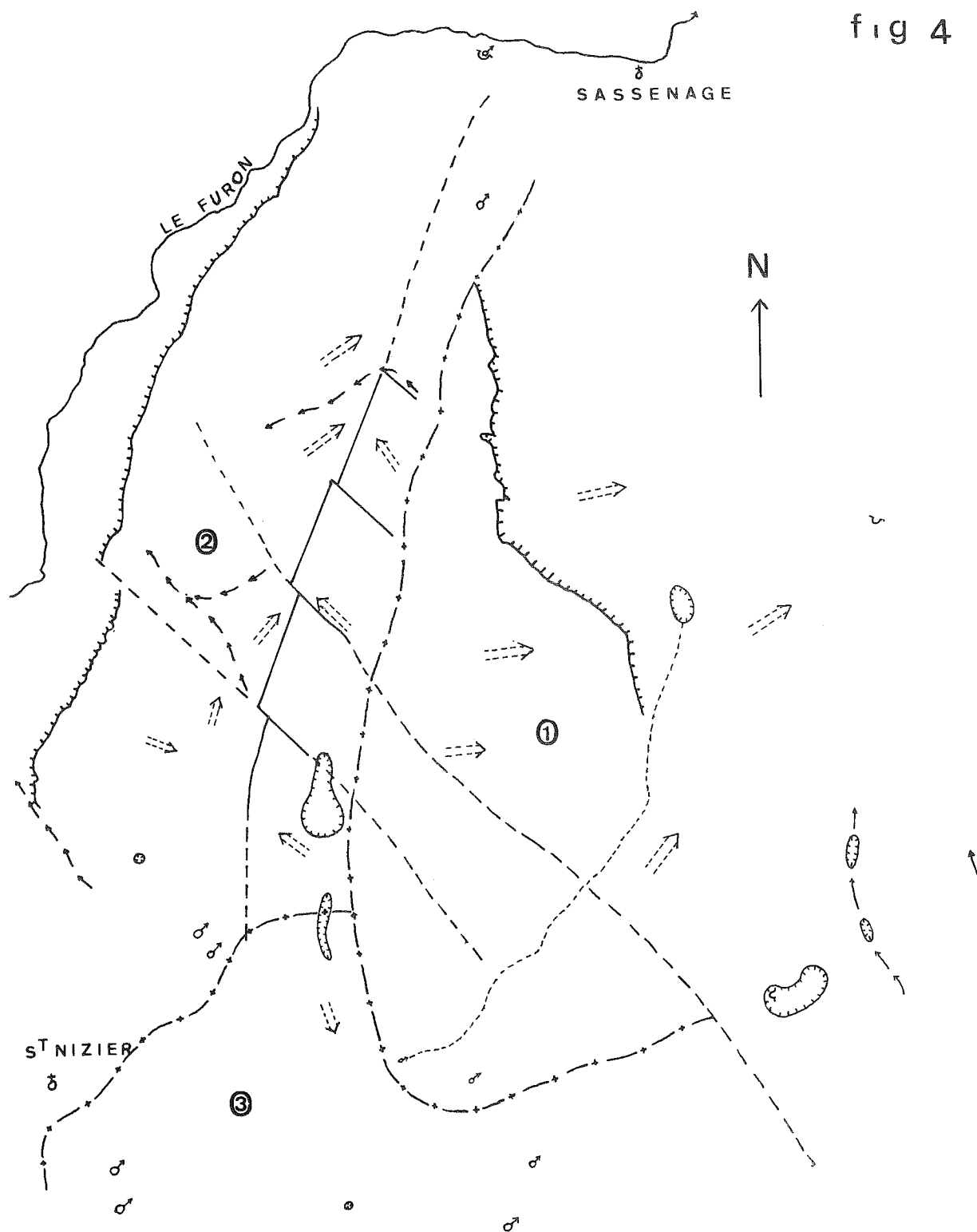
L'étude du bassin de Saint-Nizier met en évidence un régime hydrogéologique purement karstique, alors que la morphologie est, elle, typiquement glaciaire. Le seul rôle des formations quaternaires dans la circulation des eaux est de retarder et d'étaler, dans le temps, leur arrivée aux réseaux karstiques. Ceci est valable pour le plateau lui-même, alors que sur le flanc est la morphologie karstique est très visible.

La détermination des différents bassins-versants réels montre qu'une partie importante des eaux tombées sur le plateau rejoint la nappe phréatique de la plaine de l'Isère à Fontaine par des résurgences sous-alluviales.

Enfin, les mesures géophysiques faites montrent que la topographie du substratum, c'est-à-dire du toit des calcaires à silex, peut être très différente de la topographie actuelle telle qu'elle a été façonnée par les glaciers.












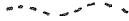



fig 4



# CIRCULATION des EAUX

## superficielles et souterraines

### LEGENDE

|                                                                                     |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|    | : ancien chenal                           |
|    | : source                                  |
|    | : résurgence                              |
|    | : grotte sèche                            |
|    | : scialet                                 |
|    | : dépression fermée                       |
|    | : limite des bassins versants géologiques |
|    | : numéro des bassins versants             |
|  | : circulation superficielle permanente    |
|  | : " " intermittente                       |
|  | : sens de l'écoulement souterrain         |
|  | : faille                                  |
|  | : falaise sénonienne                      |

## BIBLIOGRAPHIE

---

- (1) BARBIER (R.), 1960. - Les conditions géologiques de la chute de Sassenage près de Grenoble.  
Bull. Soc. géol. Fr., 7e s., t. II, pp. 284-830.
- (2) DEBELMAS (J.), 1965. - Quelques observations sur l'extrémité orientale du massif du Vercors.  
Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 41, pp. 275-281.
- (3) DEBELMAS (J.), 1966. - Structure géologique du massif du Moucherotte.  
Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 42, pp. 109-116.
- (4) GIGNOUX (M.) et MORET (L.), 1951. - Géologie dauphinoise, 2e édition, Masson, Paris.
- (5) SARROT-REYNAULD (J.), 1962. - Hydrogéologie karstique dans le massif du Vercors.  
A. I. H., Réunion d'Athènes, t. V.

## LE RESEAU DE LA LUIRE - SAINT-AGNAN-EN-VERCORS

844,400 - 292,530 - 880 mètres

par J.J. GARNIER (Groupe spéléologique Valentinois)

Qu'est-ce-que la Luire ?

A 880 mètres d'altitude, au flanc est de la vallée de Saint-Agnan son porche donne parfois naissance à un torrent impétueux : La Luire "crève" ou "perce". Il s'agit donc d'une résurgence temporaire, qui équilibre les crues d'un réseau inconnu. Trois générations de spéléologues se sont penchées sur ce problème hydrologique, qui n'est pas résolu totalement à ce jour.

### I. - HISTORIQUE

En février 1896 : des habitants de la Chapelle-en-Vercors, entraînés par Etienne MELLIER, atteignent 68 mètres de profondeur environ.

1898 : O. DECOMBAZ, comptable à Pont-en-Royans, descend à - 66, mais dans le puits est.

Mars - avril - mai 1936 : les explorateurs du C. A. F. de Paris, avec A. BOURGIN, touchent à 182 mètres de profondeur, le fond du grand scialet où ils rencontrent l'eau.

Mai et juillet 1946 : BOURGIN anime une nouvelle exploration qui découvre le réseau du Grand Scialet, clôt par deux voûtes mouillantes à - 218 et - 194.

Juillet 1952 : le Groupe Spéléologique Valentinois et le Centre National de Spéléo des Eclaireurs Unionistes trouvent la voûte de - 194 désamorçée et explorent plus de 1000 mètres de galeries nouvelles atteignant un point bas vers l'aval (-350).

Depuis, notre Club a consacré d'innombrables heures d'exploration à ce réseau, dont le développement atteint à ce jour 9 kilomètres, pour une dénivelée de 400 mètres (+ 50 et - 350).

Les grandes étapes furent :

- en 1953 : découverte d'un accès permanent,
- en 1957 : jonction entre le **grand scialet** et le réseau amont, assurant une deuxième accès permanent,
- en 1959 : découverte du réseau des Nénuphars,
- en 1962 : découverte du cours actif.

Notre avance a été lente : conséquence de notre prudence dans la pénétration d'un réseau qui s'ennuie totalement.

### II. - DESCRIPTION SUCCINCTE

Le réseau présente trois parties :

- . un étage d'entrée horizontal,
- . un ensemble de puits,
- . des galeries inférieures ramifiées.

A. - Etage d'entrée : le porche, large de 30 mètres, donne accès à deux galeries.

- La principale se termine à 100 mètres sur un puits.

Une salle d'effondrement, haute de 60 mètres environ y présente un balcon témoin d'un premier niveau de résurgence.

- La secondaire, creusée dans un joint, se termine sur un puits impénétrable (scialet nouveau).

B. - Les puits : prolongeant la galerie principale, ils sont axés sur une fracture marquée, avec rejet visible à - 80 (Nord Ouest - Sud Est).

De 0 à - 53 tronc commun comprenant un à pic de 12 mètres, une forte pente, un puits de 20 mètres.

A - 53 un relais est atteint, d'où se différencient deux systèmes.

Au Sud Est : le réseau du grand scialet qui comprend des ressauts de 13 à 23 mètres - une galerie de jonction à - 86 (longue de 22 mètres, dans un joint de strate) et le grand scialet (ressauts principaux de 20 mètres - 55 mètres et 17 mètres).

Fond à - 182 recouvert de galets roulés. On passe sous l'éboulis pour atteindre le réseau inférieur à - 185 mètres.

Au Nord Ouest : ressaut de 4 mètres, puits de 16 mètres et galerie obstruée d'éboulis. Un méandre latéral conduit au Puits du Chat, verticale absolue de 67 mètres.

A - 170 on débouche en vire sur la galerie aval.

C. - Les galeries inférieures :

A partir des puits d'accès on a commodément distingué un aval et un amont.

L'aval est d'abord orienté vers le Nord Ouest durant 120 mètres, puis il s'oriente au Nord Nord Est durant 1600 m. Durant 790 mètres, la galerie ondule entre -190 et -211.

Puis on atteint les grandes salles où le tracé s'infléchit à l'Est. La glaise y apparaît en masses considérables - la pente y est très forte (84 mètres de dénivelée pour 175 mètres en plan).

Un ressaut donne accès à une galerie inférieure.

Vers le Nord : 125 mètres jusqu'à une voûte mouillante (-311).

Vers le Sud Ouest forte descente jusqu'à 350 mètres. La galerie remonte ensuite, mais est colmatée par éboulis.

L'amont : à la structure simple de l'aval, s'oppose la complication apparente du réseau amont.

Deux galeries (amont 52 - et galerie de Noël) divergent durant 250 mètres, se rejoignent par le puits de Noël (-130 et -245), à mi-hauteur duquel s'ouvre le réseau des Nénuphars, descendant sur strates à -278 (voûte mouillante). A -275 le réseau du lac est une branche d'alimentation. On remonte à - 230 où, dans une zone fracturée, s'ouvre un réseau en labyrinthe. On en sort par la galerie du Ruisselet vers le Sud Est et la galerie du Ruisseau au Nord Ouest.

C'est dans cette zone très complexe que fut découvert le cours actif (de -238 à -250).

Tel est, grossièrement esquissé, le réseau de la Luire, qui se développe tout entier dans l'Urgonien.

### III. - REGIME DE LA LUIRE

L'ensemble du réseau connu est un étage temporairement actif. Les puits servant de cheminée d'équilibre au cours de la Vernaison souterraine ; l'étage d'entrée de déversoir de trop-plein.

Il y eut, sans doute, de tout temps, de très nombreuses percées. La plus ancienne dont nous ayons trouvé trace date du 10 décembre 1887.

La même année, trois autres crues faibles se produisent en une quinzaine de jours.

On relève des crues en mai 1892 - septembre 1896. Le 30 mars 1902 la crue dure 46 heures ; celle du 11 novembre 1935, 48 heures ; puis les 21 novembre 1951 - décembre 1954 - 4 septembre 1956.

Depuis, si de très nombreuses crues internes ont été observées, la Luire n'a plus déversé.

#### Causes des crues

Premier cas : fortes pluies d'automne : 11 novembre 1935.

Les précipitations relevées à la station de Montélimar (sans doute très inférieures à celles enregistrées sur les reliefs) furent de :

- 37 mm le 8,
- traces le 9,
- 56,8 mm le 10,
- 50 mm le 11
- 57,5 mm le 12.

21 novembre 1951.

Pluies d'après la station de Lus-la-Croix-Haute :

- le 19 : 43 mm
- le 20 : 32 mm.

Deuxième cas : fonte des neiges en hiver et printemps.

Notons que la Luire est toujours noyée lors de la fonte des neiges. Il suffit d'un faible apport pluvial, favorisant en outre la fusion, pour provoquer une crevaision.

- Mars - avril 1953 : la température passe de 12° le 1er avril à 15° le 4 avril. La Luire a un maximum de crue le 5 avril où elle atteint la cote -43 (-67 le 4 et -87 le 6).

- Crue similaire observée le 4 mai 1958 (de -77 à -83 en Baisse).

- Le 7 février 1959 la crue est provoquée par des précipitations le 6, de 8 heures à 19 heures (72 mm - station de Lente). La Luire crève à 10 heures 15, le 7. Le 8 à minuit, l'eau est à -58 mètres.

- 18, 19 février 1960 : pluie du 16 au 19. Dans la nuit du 18 au 19, la Luire monte de 2,40 mètres à l'heure, dans le Grand Scialet mais le gel intense à partir de cette même nuit stoppe la crue.

Troisième cas : l'orage d'été : type août 1960. Orage de 16 heures à 17 heures 30 le 18 août - 37 mm.

La Luire est à -40 le 19 août à 10 heures.

C'est ce type de crue qui représente, pour les spéléologues, le danger le plus marquant, car un orage n'est pas toujours prévisible.

#### IV. - HYPOTHESE SUR LE COURS SOUTERRAIN

Le bassin d'alimentation de la Luire est essentiellement constitué par le plateau de la Grande Cabane, la zone du Pichet, de Pré Grandu, et de l'Adret. La Luire serait un regard sur le cours de la Vernaison souterraine, qui collecte le Vercors méridional. Le débit du cours actif, à -250, était en août 1962 de 200 l/s et en janvier 1967 de l'ordre de 400 l/s.

La résurgence est placée 20 kilomètres au Nord, aux Sources d'Arbois, rive gauche de la Bourne, où les venues d'eau s'étagent entre 406 et 415 mètres d'altitude, avec trop-plein à la grotte de Bournillon (porche 410 m fond 434).

Compte tenu du point atteint dans la Luire, ce cours est inconnu sur 19 kilomètres, entre les cotes 530 (Luire aval) et 415 soit 115 mètres de dénivellée (pente théorique : 0,605 %).

Si on admet que Bournillon fait partie du réseau, la dénivellée entre la Luire et cette résurgence est de 96 mètres pour un parcours restant inconnu de 16 kilomètres, soit une pente théorique de 0,603 %.

Devons-nous, avec BOURGIN, considérer Arbois et Bournillon comme "les deux branches du delta de la Vernaison souterraine" ?

Certes, Arbois évacue bien les débits pérennes mais il nous paraît que la relation entre ces deux cavernes doit être compliquée par d'autres affluences : en effet, pour un débit donné du trop-plein on ne retrouve pas toujours des débits semblables aux sources d'Arbois.

Ex. : Bournillon 5 m<sup>3</sup>/s - Arbois varie de 3,5 à 6,5.  
Bournillon 10 m<sup>3</sup>/s - Arbois varie de 4,8 à 11  
Bournillon 20 m<sup>3</sup>/s - Arbois varie de 6 à 25.

En admettant que ces deux résurgences sont les exutoires d'un même cours, ses caractéristiques seraient les suivantes :

|                  | ARBOIS | BOURNILLON | TOTAL   |
|------------------|--------|------------|---------|
| Minimum absolu   | 1,100  | 0          | 1,100   |
| Etiage           | 2,200  | 0          | 2,200   |
| Crue du 10.12.54 | 38,000 | 65,000     | 103,000 |
| Crue du 1.10.60  | 41,000 | 70,000     | 111,000 |

Par ces débits, le réseau se place donc au deuxième rang après la Fontaine de Vaucluse.

La propagation des crues est extrêmement rapide. Le 18 août 1960, Bournillon débite 4 900 l/s et Arbois 4 000 l/s. L'orage éclate à 16 heures. Le 19 août, à 8 heures, la crue est à son apogée : Bournillon 30 000 l/s - Arbois 41 000. (Notons qu'il s'agit d'une des crues très rares où Arbois a dépassé Bournillon). L'onde de crue a dû se propager à 1250 m/h. André BOURGIN, pour une crue du 7 septembre 1941 donne une propagation de 1500 m/h.

#### V. - COLORATION

Il serait très intéressant de colorer diverses pertes pour déterminer le bassin d'alimentation d'Arbois. Citons : sur le plateau de Vassieux : la perte des Sagnes. A l'Ouest de la Chapelle : la perte du bassin fermé de l'Oscence.

Sur la forêt domaniale : le Pichet, Font-Froide et bien sûr, le cours même découvert dans la Luire.

#### VI. - CREUSEMENT DE LA LUIRE

Lorsque l'on parcourt le réseau, on est conduit à se demander : "pourquoi la Luire se remplit-elle ?".

Il semble bien que les galeries se soient creusées tout d'abord "sans histoires". Je veux dire par là, que le réseau s'est établi peu à peu, avec ses affluences, ses captures, son collecteur vers le Nord selon le pendage, et que les galeries se sont ainsi esquissées, agrandies, et parfois même tout à fait mûries.

Les puits, dans le même temps, étaient esquissés par des écoulements libres le long d'une faille.

Puis, il semble que le réseau se soit brutalement colmaté vers l'aval : les puits ont alors été forcés de bas en haut, parfois en utilisant les esquisses précédentes, parfois en tronquant les réseaux antérieurs.

Dans cette phase, la Luire fut une résurgence permanente.

Enfin, dans la phase actuelle, seuls les débits de crue sont évacués par le porche, mais le réseau inférieur reste noyé près de deux cents jours par an.

Quelle serait, si notre hypothèse est exacte, la cause de ce colmatage ?

Je pense qu'un éboulement, se produisant à l'aval dans la zone de l'Aiguille de la Butière, a fort bien pu barrer le cours souterrain.

Nos explorations nous ont permis de trouver en amont un éboulis qui a ainsi oblitéré toute une partie du réseau. Son front est large de 40 mètres, sa longueur est de 140 mètres. Il est rencontré dans divers boyaux, sur 75 mètres de hauteur. Un tel éboulis en aval serait à même de former un sérieux barrage.

### CONCLUSION

Ce réseau réserve encore beaucoup de joies et de découvertes , à ses explorateurs, mais il est si peu souvent accessible en toute sécurité que son exploration va prendre encore bien des années, si bien que nous pouvons dire, comme Etienne MELLIER en 1898 : "Le secret de la montagne reste encore à trouver".

---

### INTERVENTION DE M. CHOPPY au sujet de la communication de M. GARNIER

Un calcul classique montre que le fonctionnement hydraulique de la Luire pourrait être expliqué s'il existait à la cote -350 un orifice de 50 cm de diamètre permettant l'évacuation. Comme à cette cote, l'éboulis est, si mes souvenirs sont bons, à gros blocs, les interstices entre blocs peuvent avoir une surface équivalente à l'orifice en question.

### REPOSE

Nous pensons que l'éboulis de -350 est une branche amont colmatée.

L'exutoire connu est la voûte mouillante de -310. Je pense que si l'obstacle existe, c'est en aval, sous l'Aiguille de la Britière.



## LES PRECIPITATIONS DANS LE VERCORS

par P. GUILLOT

Le tableau ci-joint des points de mesure des précipitations dans le Vercors montre que la partie nord du massif est relativement bien pourvue en longues séries d'observations avec Montaud, Engins, Autrans, Villard-de-Lans, Pont-en-Royans qui fonctionnent depuis plus de 40 ans ; dans la moitié sud moins peuplée, mise à part la série ancienne de Château-Bernard (40 ans) et Gresse (25 ans) en bordure est, des mesures existent seulement depuis 8 à 15 ans à Bournillon, Lente, Bouvante, Saint-Julien-en-Quint et dans le Diois (Glandage, Luc, Chatillon, Die, Saillans).

La carte n° 1 indique l'épaisseur d'eau annuelle normale, mesurée en cette quinzaine d'emplacements. La représentativité de ces données ne doit pas trop faire illusion : elles doivent être considérées comme des indices avec une incertitude moyenne de 100 mm et non comme la vraie grandeur du phénomène. Néanmoins, on peut dire que les parties les plus arrosées du Vercors sont l'extrémité nord ouest avec certainement plus de 1,50 mètre sur les crêtes qui séparent Autrans de Montaud, puis, à l'Ouest, les hauteurs drainées par la Lyonne, de Léoncel à la forêt de Lente, avec plus de 1,40 mètre. L'extrémité sud du Vercors qui sépare le bassin de Die au Sud, du Trièves à l'Est, est plus sèche, 1,20 mètre peut-être, malgré l'altitude (2040 mètres) de la montagne de Glandasse. On peut voir là l'effet du Ventoux et des nombreux chaînons à 1500 mètres des Baronnies et du Diois qui arrêtent une bonne part des pluies du Sud.

On évitera de tomber dans les naïvetés scolaires sur la loi d'accroissement de la pluviosité avec l'altitude, qui encombre la littérature depuis des générations (et font encore hélas des victimes... innocentes) en comparant par exemple Montaud (750 m - 1550 mm) et Autrans (1050 m - 1460 mm), Château-Bernard (850 m - 1350 mm) et Gresse (1220 m - 1200 mm), etc.. Ce n'est pas l'altitude en soi qui accroît les précipitations, mais les accidents de relief, générateurs de soulèvements des masses d'air humides. Chaque versant et chaque crête constitue un cas d'espèce, auquel il est vain de prétendre ajuster une "loi", vu la faible signification des différences entre les mesures pluviométriques.

La répartition dans l'année des précipitations est assez uniforme : à Villard-de-Lans, sur la série 1881 - 1965, la moyenne mensuelle est comprise entre 90 mm (pour janvier, février, mars et juillet) et 120 mm (pour mai, octobre et novembre), alors que l'incertitude d'échantillonnage est de 10 mm.

Il pleut en moyenne 150 jours par an, et la répartition par mois est aussi très uniforme : soit environ 13 jours par mois en hiver, et 12 jours par mois de mai à septembre, ce qui gêne bien souvent nos amis spéléologues.

Sur la carte n° 2 on a porté à chaque station où il est connu, le "gradex", c'est-à-dire le paramètre  $a$  de l'exponentielle  $e^{-\frac{x}{a}}$  ajustée à la distribution des pluies journalières les plus fortes. Ce paramètre, qui a la dimension d'une pluie journalière exprimée en millimètres, est d'autant plus fort que la pluie qui correspond à une fréquence donnée est élevée.

Le rôle d'accumulateur d'orages des crêtes nord ouest de Montaud (gradex = 22) à Pont-en-Royans (17) s'explique par le blocage des fronts froids orageux venant du Nord Ouest, alors que dans le reste du massif le gradex n'est que de 13 à 15, seulement de 12 à 13 dans le Sud. Gresse avec un gradex de 17 fait exception, peut-être parce qu'il est proche du Grand Veymont.

Comme dans tous les massifs karstiques du Jura et des Préalpes du Nord, la circulation de l'eau dans le réseau souterrain du Vercors est très rapide ; dans les zones majoritaires, où le karst affleure, il n'y a jamais d'écoulement de surface mais on peut parler d'un véritable hydrogramme de ruissellement souterrain, dont le temps de concentration est de 6 à 18 heures, et le temps de montée de 2 à 6 heures selon la dimension du réseau. Mis à part la réserve de neige qui s'accumule habituellement de décembre à février et fond du 15 mars au 15 mai, les possibilités de rétention prolongées sont faibles (leur inventaire est d'autant plus précieux) et la mémoire du système hydrologique est inférieure à un mois. Après trois semaines sans pluie, les débits retombent à un étiage très sévère (fraction de  $1/s/km^2$  voire tarissement complet), même si l'hydraulicité des semaines précédentes avait été abondante.

# CARTE N° 1

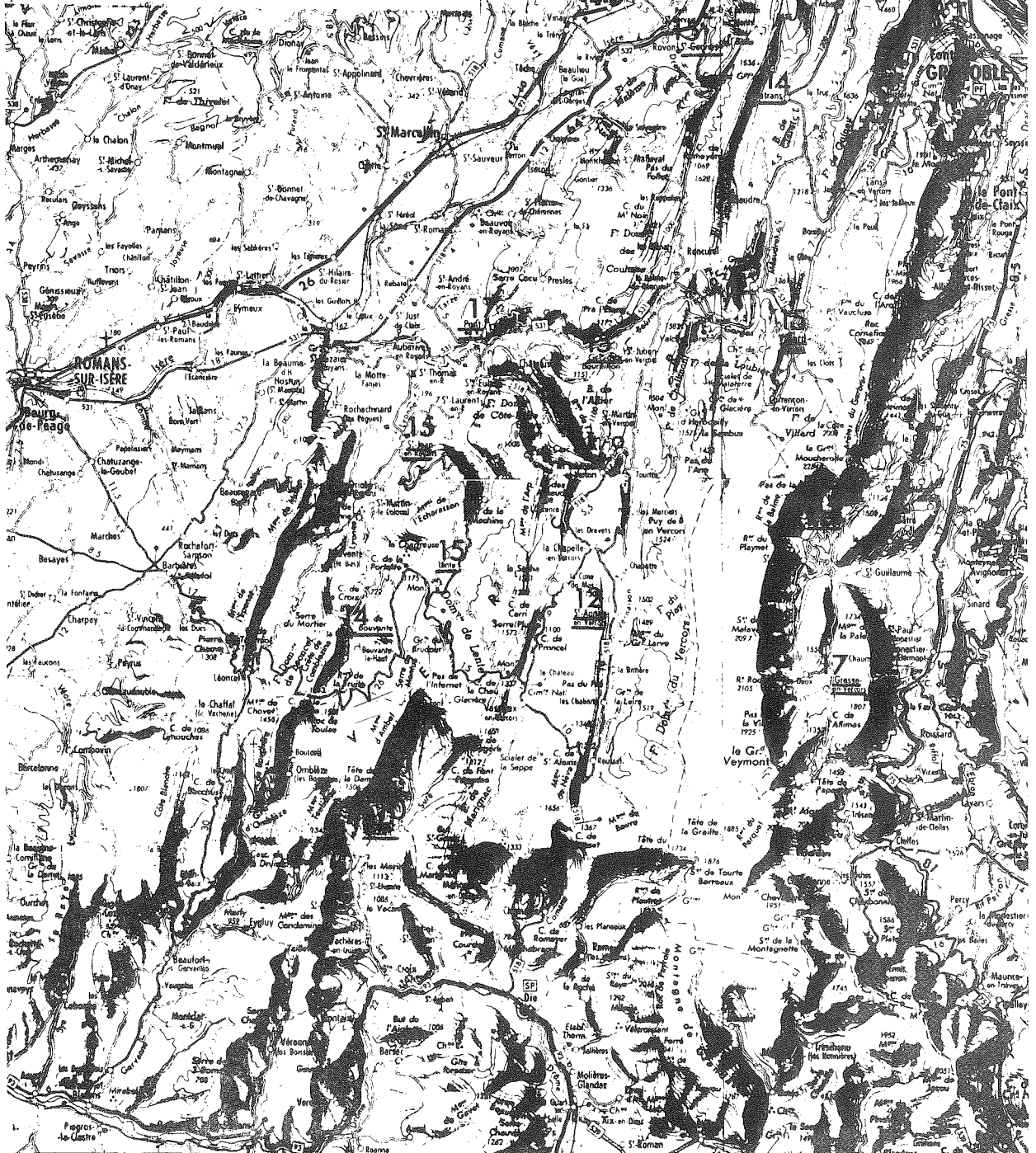
## Carte de la hauteur annuelle de précipitations en cm



# C A R T E N° 2

## Carte du GRADEX

(coefficient  $a$  de la fonction  $e^{-\frac{z}{a}}$   
ajustée à la distribution  
des pluies journalières  
les plus fortes)



La meilleure chance pour l'alimentation en eau de ces régions est donc cette fréquence élevée des pluies, qui est à peu près la même toute l'année.

Pour reprendre les termes employés par M. LAFOSSE, "aucun aménagement d'alimentation en eau ne devrait être conçu et accepté"... sans un examen critique très sérieux de la fréquence des étiages de la source qu'on projette d'utiliser, lequel doit reposer sur une étude de la fréquence des pluies : indiquer que le débit d'étiage d'une source est de 10 l/s n'a pas de sens, si on ne précise pas en même temps dans quelle circonstance pluviométrique, étalonnée en fréquence, ce débit a été mesuré - procéder autrement réserverait des surprises coûteuses. En somme il faut définir un indice de sévérité de la sécheresse, calculé avec les données pluviométriques.

Cette graduation de la fréquence des débits depuis l'étiage jusqu'à la crue, c'est là, finalement, l'utilité la plus claire des mesures pluviométriques, et non de vaines conjectures sur le bilan hydrologique.

TABLEAU DES POINTS DE MESURE DES PRECIPITATIONS DANS LE VERCORS

| Stations              | Altitude | Normale<br>36-65 | 56-65 | Pv | Pg | Gradex | Durée des observa-<br>tions connues |
|-----------------------|----------|------------------|-------|----|----|--------|-------------------------------------|
| MONTAUD               | 760      | 155              | 154   | x  |    | 22     | depuis 1924 = 45                    |
| SAINT-GERVAIS         | 250      |                  | 122   | x  |    | (15 ?) | depuis 1944 = 25                    |
| ENGINS                | 850      | 126              | 130   | x  |    | 13     | depuis 1920 = 49                    |
| AUTRANS               | 1090     |                  | 146   | x  |    | 14     | depuis 1920<br>- 10 ans = 39        |
| VILLARD-de-LANS       | 1050     | 124              | 128   | x  | x  | 15     | depuis 1881 = 88                    |
| BOURNILLON            | 310      |                  | 116   | x  |    | (15 ?) | depuis 1949 = 20                    |
| PONT-en-ROYANS        | 205      | 100              | 101   | x  |    | 17     | depuis 1920 = 49                    |
| SAINT-AGNAN           | 805      |                  | (110) | x  |    | (12)   | depuis 1961 = 8                     |
| LENTE                 | 1080     |                  | 144   | x  |    | (15)   | depuis 1951 = 18                    |
| BOUVANTE              | 600      |                  | (135) | x  |    | (14)   | depuis 1961 = 8                     |
| SAINT-JEAN-en-ROYANS  | 310      |                  | 100   | x  |    | 15     | depuis 1928 = 40                    |
| SAINT-JULIEN-en-QUINT | 550      |                  | (100) | x  |    |        | depuis 1962 = 7                     |
| CHATEAU-BERNARD       | 850      |                  | 135   | x  |    | 12     | depuis 1920 = 40                    |
| GRESSE                | 1220     |                  | 120   | x  |    | 17     | depuis 1931 = 25                    |
| CHICHILIANNE          |          |                  |       |    |    |        |                                     |
| GLANDAGE              | 850      |                  | (100) | x  |    |        |                                     |
| LUC-en-DIOIS          | 560      |                  | 88    | x  |    | 11     |                                     |
| CHATILLON             |          |                  |       |    |    |        |                                     |
| DIE                   |          |                  |       |    |    |        |                                     |
| SAILLANS              | 265      |                  |       | x  | x  |        | = 8                                 |

## OBSERVATIONS SUR LE KARST SUD DE CORRENÇON

par M. JOUGAN, Association Spéléo-Vercors

### LE PURGATOIRE et les ERGES - LE GOUFFRE de la COMBE DE FER

Se limitant au secteur du Vercors, l'A. S. V. s'est portée sur la zone karstique située au Sud de Corrençon. Dès 1961 les activités du groupe ont eu pour cadre la zone partant de Corrençon au Nord jusqu'à Tiolache au Sud. Encadrée par la ligne des crêtes à l'Est et le sentier de Grande Randonnée ou G.R. à l'Ouest. Soit un secteur de 8 x 3 km moyen-ne à vol d'oiseau. C'est un grand lapiaz culminant à 2063 m à l'Est et s'abaissant à 1200 m en moyenne au droit du G.R. 91.

Une grotte importante, la Combe de Fer y était connue au siècle dernier. Le G.S. de Valence et les Tritons de Lyon y ont ajouté quelques scialets dont le gouffre du Pas Mort.

Au cours de nos explorations et camps d'été, nous y avons répertorié environ 80 scialets de 20 à 330 m de profondeur.

Ce grand lapiaz où n'apparaît que l'Urgonien débute à l'Est par une grande pente s'abaissant vers l'Ouest jusqu'à une altitude moyenne de 1600 à 1700 m où elle "bute" sur une dépression discontinue "Le Grand Pot, le Pot de Rey Blanc, le Pot II, etc." parallèle à la ligne des crêtes.

C'est principalement dans cette dépression que se situe l'enfouissement des eaux de fonte des neiges des sommets. Nous y trouvons les "scialets" les plus profonds. Leur caractéristique est une verticalité quasi absolue. Ce peuvent être de véritables puits à ciel ouvert d'une dizaine de mètres de diamètre sur des profondeurs de 107 - 117 - 330 mètres de profondeur pour les plus remarquables. Creusés à même un Urgonien homogène souvent très coquillier ils offrent une coupe qui pourra être utilisée par les pétrographes et autres géologues.

Sauf pour le Pot II (- 330 mètres) où une faille orientée Nord Nord Ouest est en cours d'exploration, ils n'offrent pas de continuation pour l'instant. Leur fond est tapissé d'éboulis.

Nous continuons les recherches dans ce secteur où aucune découverte ne nous a amené à retrouver l'hydrologie souterraine qui doit être très importante vue la surface du bassin de réception. Toutes les hypothèses sont permises quant à l'exurgence de ces eaux : de la Goule Blanche à Bournillon en passant par l'Adhuin.

Il serait intéressant d'y délimiter les bassins versants souterrains desservant la Vernaison souterraine et la Goule Blanche.

Des affleurements de roches distinctes, riches en oxydes, recoupant ou terminant des réseaux souterrains, seraient à étudier ainsi que des glacières souterraines importantes.

L'épaisseur de la masse urgonienne atteindrait, dans certains secteurs, une hauteur de 400 mètres (actuelle sans tenir compte de l'érosion). Celle-ci se trouve confirmée par des concrétions en place libérées depuis à la surface du karst. Le pendage des couches (inclinaison et plissements très faibles à cette latitude) n'explique pas cette épaisseur par rapport à celle visible dans les falaises.

Au Nord de cette zone, près du Pas de la Balme, à 1550 m d'altitude, s'ouvre le gouffre de la Combe de Fer. Connue de longue date, explorée par MARTEL, puis par BOURGIN, reprise par les Tritons puis par les A. J. elle se terminait à - 190 m.

Après travaux, elle nous ouvrait un réseau de méandres alternés de puits qui débouchait dans de grandes salles à - 380 m. Un réseau actif suivi, perdu et retrouvé nous amenait à - 580 m où nous nous arrêtons devant une voûte mouillante.

Parallèlement, nous explorons à - 300 m en moyenne un important réseau fossile recoupé par de nombreuses communications actives retrouvant le réseau précédent. La reconnaissance de ce complexe est en cours et au vu des galeries, puits et cascades, d'une certaine ampleur, l'espoir de découvertes intéressantes est permis.

Il faut y noter les dimensions des galeries et salles, impressionnantes à une si faible profondeur. Comparables à celles du Gouffre Berger : sont-elles dues à des vides tectoniques ?

Malgré la proximité de l'épicentre, la secousse sismique de 1962 ne nous y a révélé que de très insignifiants dégâts.

La masse urgonienne y accuse encore une épaisseur de 400 m au droit du fond atteint.

Une coloration y a été effectuée le 11 novembre 1967 avec 5 kg de fluorescéine. Des rémoins furent posés à l'Adouin, à Bournillon, aux sources d'Arbois, Goule Verte, Goule Blanche, Corrençon et Font de la Maie. La sortie de cette coloration, visible à l'œil, se situe dans la nuit du 16 au 17 novembre, à la Goule Blanche. Soit un temps de parcours de 130 heures environ pour une distance de 7,5 km à vol d'oiseau (vitesse théorique 60 m/h). Le débit de la résurgence pris à l'usine hydro-électrique de la Haute-Bourne accusait, durant la période du 11 au 16 : 1.050 - 0.850 - 0.760 - 0.760 - 1.950 - 3.450 + déverse. La dénivellation entre le point de coloration et l'exurgence est de 330 m.

Le bassin d'alimentation de la Goule Blanche se dévoile peu à peu. Deux branches amont sont connues, distantes de près de 4 km, encadrant le massif des Moucherolles et leurs grands lapiaz, ceux des Deux Sœurs et de la Combe de Fer.

On peut supposer un réseau recoupant à angle droit le synclinal à - 200 mètres de profondeur aux alentours de Corrençon et qui utiliserait partiellement la faille de Combeaueux.

Le point le plus bas connu de la Combe de Fer n'était plus qu'à 120 m de dénivellation du point haut exploré à la Goule Blanche pour une distance de 7 km à vol d'oiseau, nous pensons nous heurter à un réseau noyé.

En conclusion, nos jeunes poursuivant l'exploration devraient pouvoir rapporter davantage de renseignements de leurs équipées souterraines s'ils pouvaient avoir des contacts avec les chercheurs et que leur soient donnés les moyens et techniques nécessaires aux calculs de débit, relevé de PH, température, etc.

En échange ils pourraient accompagner "sur le tas" hydrologues, glaciologues, minéralogistes et autres, les faisant profiter de leur connaissance des lieux et d'un matériel adéquat en particulier pour la descente des grandes verticales.

## COMPLEXE HYDROGEOLOGIQUE SORNIN - SASSENAGE

---

Exposé de M. Jean LAVIGNE, Ingénieur-Conseil  
Chalet La Cordée - Saint-Martin-le-Vinoux (Isère)

### SOMMAIRE

1. - Bref historique  
Exploration des réseaux des Cuves de Sassenage, Gouffre Berger, Gouffre d'Engins
2. - Gouffre Berger  
Topographie
3. - Possibilité d'un autre réseau
4. - Travaux sur le Gouffre de la Fromagère "Engins"
5. - Possibilité de liaison - Gouffre d'Engins - Gouffre Berger
6. - Bassin versant - Importance - Origine des eaux - Débits
7. - Morphologie des galeries
8. - Souhaits pour les recherches futures - Exposés

## 1. - BREF HISTORIQUE

Le 27 octobre 1947, lorsque Louis EYMAS et Georges MATHIEU découvrirent la suite du réseau des Cuves de Sassenage, ils ne se doutaient pas que 21 ans plus tard l'aventure souterraine dans ce complexe, ne serait pas terminée.

Cette découverte a permis, en arrivant dans la galerie ouest qui est creusée dans le Sénonien, de porter les efforts de recherche sur le plateau de Sornin, où remontait cette couche qui disparaît ensuite pour faire place à l'Urgonien.

Après de nombreuses prospections et descentes de gouffres, ce fut la découverte du Gouffre Berger le 24 mai 1953.

Par la suite l'observation de la topographie des Cuves de Sassenage devait amener la découverte du réseau en provenance du plateau Charvet.

En 1967, nous attaquons le tunnel du Gouffre de la Fromagère décrit depuis sous le nom d'Engins, en remerciements de l'aide de la commune d'Engin.

Pourquoi cette tentative de désobstruction ?

La suite de cet exposé va essayer de vous décrire la suite de l'enchaînement des recherches.

## 2. - GOUFFRE BERGER

Le croquis simplifié suivant vous permettra de vous faire une idée de ce réseau dont le parcours s'effectue la plupart du temps dans la couche urgonienne qui vient buter sur l'Hauterivien vers la cote 1200 m NGF (-250 m).

Il a été possible d'effectuer diverses mesures dans ce réseau notamment :

- Les relevés de température d'eau
- " " d'air
- " P.H.
- " résistivité
- " température extérieure et d'hygrométrie.

Ces relevés sont les suivants :

### Température de l'eau du Gouffre Berger

| Date         | Lieu du relevé      | Cote par rapport au $\pm 0$ de l'entrée | $\neq$ de niveau | $\theta^{\circ}\text{C}$ de $\text{H}_2\text{O}$ | Réchauffement en $\theta^{\circ}\text{C}$ | Observations            |
|--------------|---------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
| 23/7<br>1955 | Paldo<br>Vestiaire  | - 250<br>- 650                          |                  | 4°<br>6°2                                        |                                           | Etiage identique à 1954 |
| 24.7.55      | Cascade.Abelle      | - 652                                   | 2 m              | 6°5                                              | 3/10°C                                    |                         |
|              | Cascade<br>Claudine | - 725                                   | 73 m             | 6°8                                              | 3/10°C                                    |                         |
|              | Renaut<br>Topogr    | - 753                                   | 28 m             | 6°9                                              | 1/10°C                                    |                         |
|              | Camp II             | - 850                                   | 97 m             | 7°2                                              | 3/10°C                                    | Crue                    |
|              | Ouragan             | - 1000                                  | 150 m            | 7°5                                              | 3/10°C                                    |                         |
|              | Affluent            | - 1010                                  | 160 m            | 6°9                                              |                                           |                         |
|              | Sortie des<br>Cuves | - 1170                                  |                  | 8°                                               |                                           |                         |



Température de l'Air

| Lieu                | Cote par rapport au O de l'entrée | θ°C | Observations            | Hygrométrie |
|---------------------|-----------------------------------|-----|-------------------------|-------------|
| Bas du puits Aldo   | - 240 m                           | 4°C | Courant d'air ascendant | 100 %       |
| Haut grand éboulis  | - 400 m                           | 6°C | Air calme               | 100 %       |
| Camp Salle des 13   | - 494 m                           | 6°2 | " "                     | 100 %       |
| Centre Salle des 13 | - 500 m                           | 6°3 | " "                     | 100 %       |
| Camp II             | - 850 m                           | 7°5 | " " "                   | 100 %       |

Relevés des PH de l'eau

| Année | PH  | Cote           |
|-------|-----|----------------|
| 1954  | 6,6 | - 350<br>- 985 |
| 1955  | 6,6 | - 985          |

Relevé des résistivités de l'eau du Gouffre Berger

| Date     | Lieu                                                            | Cote    | Température | Résistivité en ohms/cm à 20°C | Heure |
|----------|-----------------------------------------------------------------|---------|-------------|-------------------------------|-------|
| 14.8.55  | Haut de la salle des treize                                     | - 500   | 7° Gours    | 3 980 R = 4                   | 11h30 |
|          | Milieu de la salle des treize                                   | - 500   | 7° "        | 3 480 R = 3,5                 | 12h   |
|          | Bas de la salle des treize                                      | - 550   | 7° "        | 3 480 R = 3,5                 | 12h30 |
|          | Salle Marry (arrivée d'eau du plafond Débit 0,5 l/s)            |         | 6°          | 2 940 R = 3                   | 16h30 |
|          | Haut du balcon                                                  | - 580   | 6° Gours    | 3 430 R = 3,5                 | 17h30 |
| 15.8.55  | Passage de la tirolienne débit 40 l/s                           | - 350   | 6°          | 3 430 R = 3,5                 | 11h   |
|          | Bas du balcon (arrivée d'eau de la voûte débit 10 l/s)          | - 600   | 6°          | 2 940 R = 3                   | 15h30 |
|          | Rivière entre balcon et vestiaire Débit 50 l/s à 60 l/s         | - 620   | 6°          | 2 940 R = 3                   |       |
| 12.8.55  | Bas du puits Gontard                                            | - 180   | 5°5         | 4 900 R = 5                   | 18h30 |
| 13.4.55  | Sassenage Fontaine publique                                     |         |             | 4 590                         |       |
| 12.10.55 | Sassenage Fontaine publique                                     |         |             | 3 690                         |       |
| 14.6.56  | Sassenage Fontaine                                              |         |             | 3 300                         |       |
|          | Chez particulier                                                |         |             | 3 830                         |       |
| 12.9.56  | Cuves de Sassenage                                              |         |             | 3 480                         |       |
| 12.9.56  | Furon                                                           |         |             | 4 000                         |       |
| "        | Source de la Rochelle                                           | 220 NGF |             | 2 770                         |       |
| 10.10.55 | Pieu dans la nappe vers ancienne gare de Sassenage              |         |             | 3 095                         |       |
|          | Sassenage puits artésien M. Tournier lieu-dit Iles de Sassenage |         |             | 3 337                         |       |
|          | Sassenage. Source Mayousse                                      |         |             | 3 340                         |       |

Les relevés des températures d'air et d'hygrométrie ont permis d'observer que l'air extérieur (air du plateau l'après-midi) étant à 20° et à 75 % d'humidité, il y avait une teneur en eau de 11 gr rapportée à 1 kg d'air sec.

L'air à l'entrée du gouffre étant à une température de 4° et 100 % d'humidité (teneur en eau 5 g) en considérant le diagramme de Mollier, nous pouvions interpréter que les parois du gouffre recevaient 6 g d'eau par m<sup>3</sup> d'air.

Il était malheureusement impossible de déterminer la valeur du débit de l'air. J'avais estimé en 57 que la totalité du débit relevé à - 650 m soit 20 l/s environ, provenait du fonctionnement de ce condenseur d'une surface de 12 km<sup>2</sup>.

Compte tenu de notre expérience actuelle, nous serons moins affirmatifs, en effet, les réseaux souterrains sont alimentés :

1° - par les précipitations atmosphériques

a) pluie

b) neige

2° - par les condensations de l'air.

a) Pluie

Pour ce qui est de l'eau de pluie, l'incidence sur le débit des réseaux est presque immédiate, avec cependant un temps de réponse dû à l'essorage des microfissures, de la végétation, des humus des mousses.

b) Neige

La neige arrive à Sornin en novembre et nous avons pu constater le 15.7.68 que la neige était restée en abondance, notamment :

scialet des écritures environ 24 m<sup>3</sup> de neige

gouffre d'Engins 5 m<sup>3</sup> de glace

grotte de Plenouze 30 m<sup>3</sup> de neige.

Il serait souhaitable qu'une station météorologique soit installée sur le plateau de Sornin et évidemment sur le plateau Charvet, ces stations permettant de faire une répartition exacte des apports énumérés ci-dessus.

Nous avons effectué des mesures de PH et nous serons assez réservés sur leur valeur, étant donné les conditions dans lesquelles se sont déroulées ces vérifications.

En effet durant deux années, la valeur du PH a été de 6,6. Cette acidité de l'eau alliée au courant d'air important permettrait peut-être de justifier, dans une certaine mesure, une corrosion importante et un agrandissement des puits et galeries. Cette valeur serait à vérifier avec précision lors de nouvelles explorations.

Les mesures de température d'eau ont eu pour effet de calculer le réchauffement de la rivière sans étoiles, réchauffement dû au frottement de l'eau sur les roches pendant son parcours. La découverte d'un affluent à la cote - 1000 avait permis de déceler une température d'eau plus faible que celle de la rivière sans étoiles, environ 6°,9 contre 7°,5, et un débit qui semblait plus important. Aucune mesure ne m'avait été possible à l'époque.

Il serait également très intéressant qu'une expédition contrôle le débit et la température d'eau de l'affluent et le débit de la température d'eau de la rivière sans étoiles, à la cote - 1000.

Cet affluent pouvait avoir plusieurs origines, soit un réseau provenant de Villard-de-Lans (plateau), de la forêt de Guiney, des Merciers (scialet existant), du plateau de Sornin lui-même.

Il a fallu l'étude photo-tectonique de Claude ARNAUD pour y voir clair.

Un dimanche soir, mon ami C. ARNAUD se rendit à mon domicile pour me remettre un double de l'étude photo-tectonique qu'il venait de remettre au Président du S. G. C. A. F.

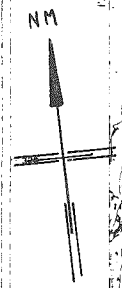
Nous avons regardé cette étude. On pouvait nettement constater que le tracé souterrain du Gouffre Berger coïncidait avec les failles portées sur la photographie aérienne.

D'autre part, le dimanche précédent nous avions exploré un réseau dans la zone A (plateau de la Molière) le réseau souterrain nous avait amené à - 90 m et coïncidait, lui aussi, avec l'étude de C. ARNAUD. Nous vîmes immédiatement l'intérêt d'orienter toutes nos recherches en prenant comme base l'étude de C. ARNAUD.

Nous avons effectué d'autres vérifications notamment plus de 70 descentes de gouffres ou de failles et nous avons toujours retrouvé les grandes lignes de l'étude photo-tectonique.

II d

321  
320  
329  
327  
326  
3 G 20



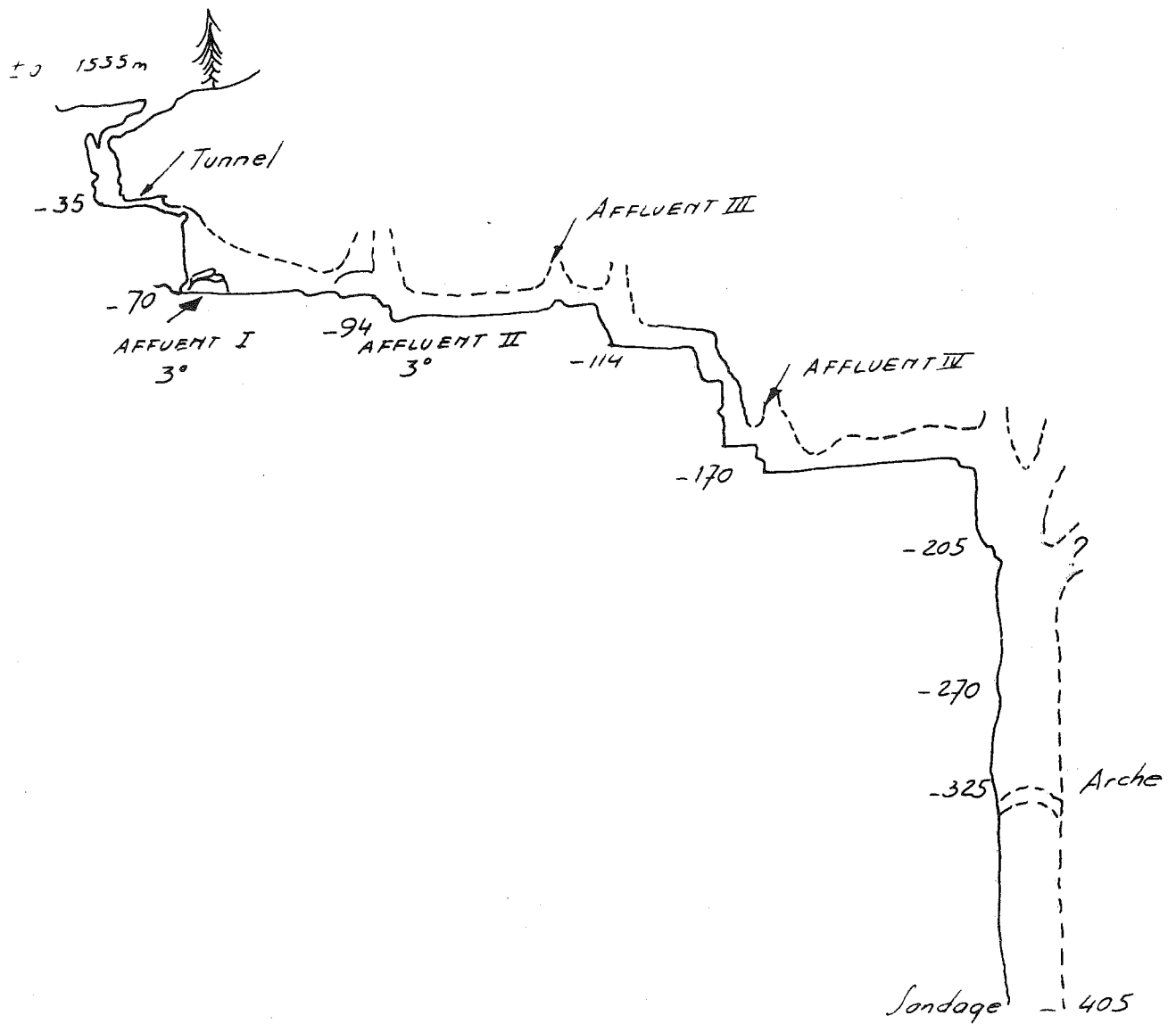
**LEGENDE**

- : Parcours du GOUFFRE BERGER
- : Parcours prismatique du GOUFFRE d'ENGINS
- : Diaclases - Fractures

**GRENOBLE n° 7-8** Ech. 1/20.000<sup>m</sup>

Carte de la région de Grenoble, dressée par le Service de la Carte Géologique de France, sous la direction de M. J. B. ...

# GOUFFRE D'ENGINS



### 3. - POSSIBILITE D'UN AUTRE RESEAU

Au fur et à mesure de nos prospections rendues difficiles par la nature du terrain, nous avons suivi les failles et fractures indiquées sur l'étude photo-tectonique mais aucun puits ne débouchait dans le réseau inférieur. Seule une trémie avec courant d'air située dans le secteur de Plénouze était bien placée.

En considérant la planche II d, nous pouvons voir qu'il existe deux réseaux souterrains qui se rejoignent, et qu'une des failles ou fractures passait au droit du gouffre de la Fromagère. C'est pourquoi nous avons décidé, mes camarades du Spéléo de l'Ardèche, de Cannes et des grenoblois, de faire une tentative de désobstruction sur le gouffre de la Fromagère.

### 4. - TRAVAUX SUR LE GOUFFRE DE LA FROMAGERE "ENGINS"

Nous avons entrepris plusieurs expéditions de désobstruction, expéditions qui avaient pour but d'agrandir la fissure située à - 30 mètres, fissure dans laquelle existe un fort courant d'air.

Après 4 jours d'efforts consécutifs, un tunnel de 15 m de long a été creusé à la charge creuse, et a permis l'accès au nouveau réseau dont voici la topographie.

Que nous a apporté cette exploration ?

- 1 - A moins 325 m nous avons à peu près la certitude d'avoir rejoint la faille R de l'étude de C. ARNAUD. Nous pouvons également espérer atteindre ou dépasser la cote - 405 m.
- 2 - A - 65 m arrive un affluent, température d'eau 3°.
- 3 - A - 94 m arrive un affluent, température d'eau 3°
- 4 - A - 100 m affluent III.
- 5 - A - 174 m affluent IV.

Nous allons pouvoir ainsi effectuer une coloration grâce à l'aide apportée par M. A BOURGIN peu de temps avant son décès.

Tout permet d'espérer que cette coloration ira rejoindre le fameux affluent de - 1000 m.

### 5. - POSSIBILITE DE LIAISON GOUFFRE D'ENGINS - GOUFFRE BERGER

La possibilité de cette liaison existe d'autant plus que la topographie de l'affluent de - 1000 m effectuée par la M.J.C. de La Tronche, s'oriente dans la bonne direction, et comme je l'ai exposé précédemment, on peut voir cette liaison sur l'étude de C. ARNAUD.

### 6. - BASSIN VERSANT - IMPORTANCE - ORIGINE DES EAUX - DEBIT

Si l'on considère la carte au 20 000 du secteur La Sure, Pas de Bellecombe, nous observons que le bassin versant intéressant le gouffre d'Engins et le gouffre Berger est de l'ordre de 12 km<sup>2</sup>.

On peut raisonnablement admettre pour le Vercors, une précipitation annuelle moyenne de 38 l/s par km<sup>2</sup>, soit 25 l/s par km<sup>2</sup> restant en écoulement, soit un débit total de :

$$12 \text{ km}^2 \times 25 \text{ l/s} = 300 \text{ l/s}$$

récupérable à la sortie des Cuves de Sassenage.

Si l'on applique cette même règle pour ce qui concerne l'affluent provenant du plateau Charvet, nous avons une surface approximative de 10 km<sup>2</sup>, soit un débit de :

$$10 \text{ km}^2 \times 25 \text{ l/s} = 250 \text{ l/s}$$

Nous avons au total :

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| - plateau de Sornin | 300 l/s        |
| - plateau Charvet   | <u>250 l/s</u> |
| Total               | 550 l/s        |

## LE RESEAU DE LA GROTTE DU DIABLE (Echevis, Drôme)

Serge LETEROUIN - Spéléo-Groupe Péageois du Club Alpin Français

### PLONGEE SOUTERRAINE

La grotte du Diable qui s'ouvre dans les Grands Goulets constitue l'extrémité d'un réseau presque entièrement noyé qui comporte depuis l'entrée, tout d'abord une galerie de 100 mètres de long, d'accès facile, suivie d'une série de trois siphons court-circuités par des chatières assez difficiles à franchir.

Le troisième siphon débouche dans un lac d'une dizaine de mètres de diamètre, coupé par une barre rocheuse immergée.

Au-delà de celle-ci et à quatre mètres sous l'eau, un orifice marque le départ d'un quatrième siphon.

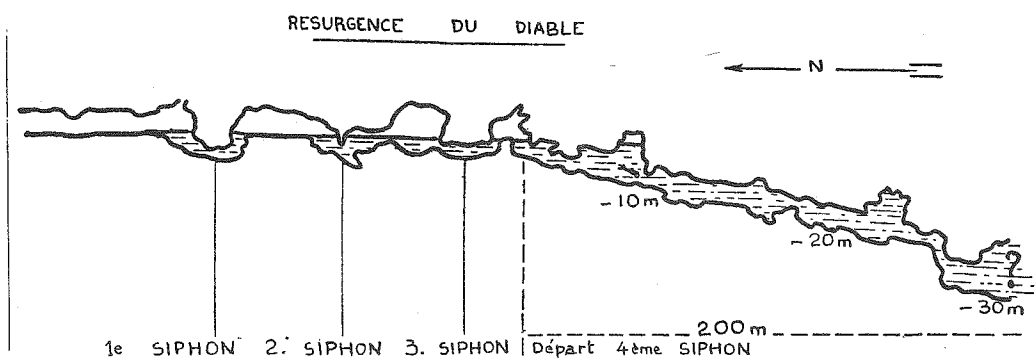
Les premiers cinquante mètres de ce siphon sont constitués par une galerie en pente douce.

Le siphon a été parcouru sur une longueur totale de 300 mètres et jusqu'à la profondeur de moins 30 mètres, sans qu'il puisse être franchi complètement. La galerie souvent large de 3 mètres montre quelques rétrécissements et des départs de cheminées ou de galeries.

Il a fallu à l'aller une demi-heure pour parcourir, en plongée, ces trois cents mètres.

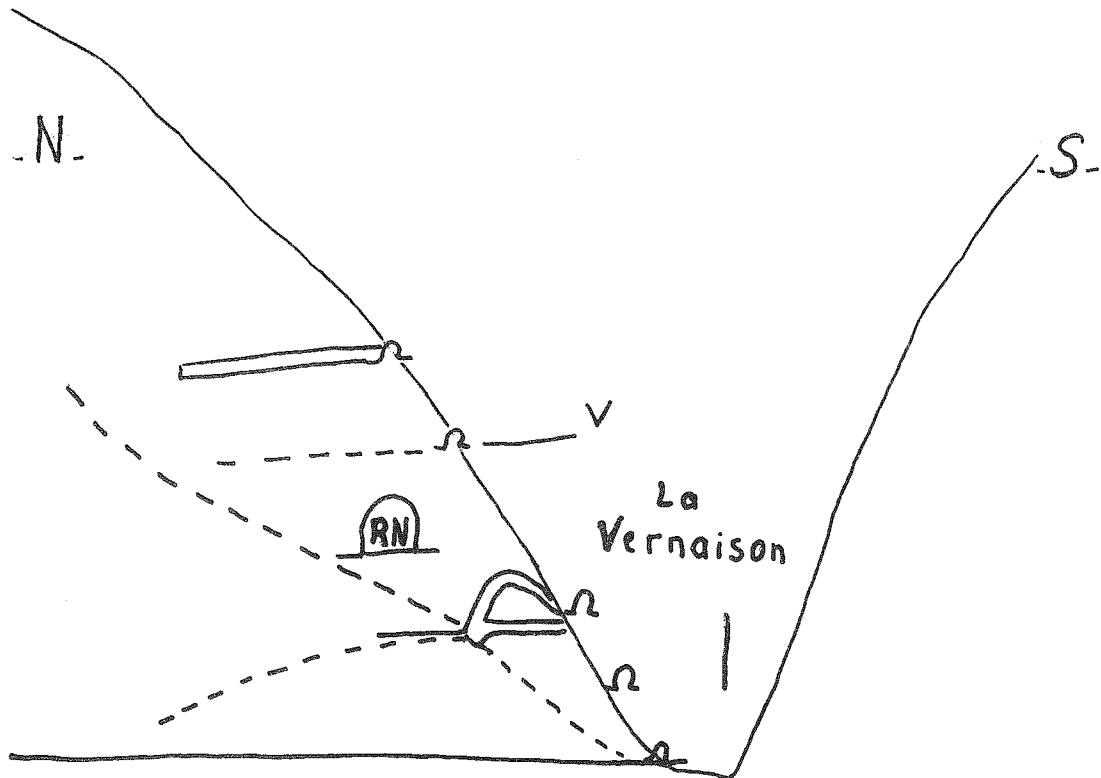
Les plongées seront poursuivies pour essayer de franchir le siphon, mais il est possible qu'une grande partie du réseau karstique soit entièrement noyée et donc infranchissable.

Ci-dessous, coupe de la résurgence du Diable.



## INTERVENTIONS

Monsieur PENELON pense que l'on pourrait situer la grotte du Diable dans le schéma général ci-joint recoupant les Grands Goulets.



Monsieur CHOPPY

Il faut dire, puisque cette morphologie descendante semble surprendre, que cette grotte est très vraisemblablement l'exutoire d'une nappe karstique ; les règles habituelles de la morphologie karstique ne lui sont pas applicables.

## LE PLATEAU DE PRESLES

par J. -P. LUGIEZ

Le touriste qui parcourt le plateau de Presles, en quête de fleurs ou de champignons, est loin de se douter que l'Aventure est à portée de sa main ou, plus exactement, sous ses pieds.

Le plateau de Presles est situé dans la partie nord du Vercors. De forme allongée (15 km de long pour environ 5 km de large) il s'étend parallèlement à l'Isère.

Ses limites naturelles sont : au Sud, les Gorges de la Bourne ; à l'Est, les vallées de la Doulouche et de la Dravonne ; au Nord et à l'Ouest, l'Isère.

Son relief général est caractérisé par des ondulations parallèles (Serres).

Le point culminant (1470 m) est atteint au Serre Picard dans le massif des Coulmes. Quatre routes sillonnent le plateau, permettant un accès relativement facile.

### GEOLOGIE

Le plateau de Presles est composé d'une plate-forme structurale d'Urgonien, reposant sur un substratum marno-calcaire (Hauterivien).

La puissance de l'Urgonien dépasse les 200 m. Sur les pentes est, on remarque cependant quelques témoins de Sénonien, de gault et de molasse.

### HYDROLOGIE

Le calcaire lapiazé absorbe les précipitations et l'eau de fonte des neiges. Sur le plateau, il n'y a pratiquement pas de cours d'eau.

Sur la centaine de scialets explorés, quelques-uns sont parcourus par des ruisseaux :

- les grottes de Bury 1 et 2,
- la grotte des Fromages,
- le scialet de Font-Sala 1,
- les scialets des Fauries 1 et 2
- le scialet de la Citerne.

Lessorties d'eau les plus importantes sont situées à la base des falaises, au contact de l'Hauterivien.

A Choranche, au pied d'un imposant cirque rocheux, s'ouvrent sept cavités d'où résurge une grande partie des eaux collectées sur le plateau.

Ce sont :

- la grotte de Jallifer (intermittente)
- la grotte du Ruisseau des Gorges (intermittente)
- la source du Replat (intermittente)
- la grotte de Gournier (pérenne)
- la grotte de Coufin (pérenne)
- la grotte de Balme étrange (pérenne)
- la grotte Chevaline (intermittente).



## EXPLORATIONS

Dès 1879, la plateau de Presles fut parcouru par O. DECOMBAZ, le pionnier de la spéléologie régionale. Il explore de nombreuses cavités, relevant de précieuses notes, mais ne s'aventure pas loin.

Il faut attendre 1938 pour que l'équipe BOURGIN, PENELON, SAGE et le S. C. A. Paris, fassent des découvertes importantes.

Ils explorent :

- Gournier sur 2 km,
- Coufin sur 1 km environ,
- Chevaline sur 1 km environ.

Sur le plateau, ils descendent plusieurs scialets, sans résultats et découvrent la grotte de Bury qu'ils parcourent pendant 500 mètres jusqu'à un puits de 7 mètres.

Monsieur BOURGIN relate ses découvertes au cœur du plateau dans : "Rivières de la Nuit".

A partir de 1954, un groupe parisien, "les Cyclopes" prospecte méthodiquement le plateau. Ils explorent plus de cent scialets et progresse dans la grotte de Bury, après plusieurs dynamitages, jusqu'à une fissure impénétrable. Ils poursuivent également l'exploration de Coufin qui atteint alors 1550 m de développement. Une cascade de 20 mètres les arrête à la cote + 150 m.

Les résultats de leurs travaux sont publiés dans un livre de 180 pages, sous le titre "Essai de statistiques spéléologiques du plateau de Presles". Cet ouvrage contenant la description et la topographie de 150 cavités sera un guide précieux pour nos recherches.

D'autres groupes se sont également intéressés au problème :

P. CHEVALIER et son équipe ont remonté la rivière de Gournier jusqu'à une série de cascades tombant dans une grande salle (salle Chevalier). Leur terminus est situé à 2 km 500 de l'entrée.

Sous la direction de F. THIERRY, le S. G. C. A. F. a repris l'exploration de la grotte Chevaline. Le siphon d'entrée, souvent amorcé, ne leur permet que de rares incursions. Un complexe de galeries a été découvert portant le développement de cette cavité à plus de deux kilomètres.

## NOS EXPLORATIONS

A notre tour, en 1964, nous reprenons le flambeau. Nous portons nos efforts principalement sur trois cavités :

### - Grotte de Gournier

Explorations communes avec le Spéléo-Club de la Seine qui y travaille depuis 1963.

Nous remontons la rivière au-delà de la salle Chevalier jusqu'à un siphon situé à + 280 m.

Un affluent est remonté (affluent des parisiens), il se termine également par un siphon.

Plusieurs réseaux fossiles sont découverts (réseau de l'aragonite, réseau de la salle à manger).

Le grotte de Gournier atteint actuellement sept kilomètres de développement.

### - Grotte de Bury

Le 8 mai 1966, nous franchissons la fissure terminale. Au bas de cette étroiture, la rivière continue. Après une dizaine d'explorations et un camp d'été, nous butons sur un siphon à la cote de : - 354 m. Le développement de Bury est alors de 3 km.

Les points extrêmes de Bury et de Gournier (résurgence supposée) sont distants de trois kilomètres pour 30 mètres de dénivellation.

### - Grotte Chevaline

Le 9 septembre, avec l'accord de F. THIERRY, nous organisons une expédition à Chevaline.

Les résultats sont inespérés : une jonction avec la grotte de Coufin est réalisée.

Le réseau Chevaline-Coufin se développe actuellement sur 4 km 500. La cote maximale est de + 260 m. Deux rivières parallèles restent à continuer :

- ruisseau de Coufin. Arrêt par étroiture.
- rivière Chevaline. Arrêt au pied d'une cascade de trente mètres.

## LA COLORATION

Le pendage et la direction des couches nous faisaient penser que la grotte de Bury et la grotte de Gournier étaient en relation. En collaboration avec le Spéléo-Club de la Seine, qui explorait la grotte de Gournier, nous avons procédé à une coloration. Le S. C. S. nous donna de la fluorescéine et se chargea de la pose des fluocapteurs à Gournier et dans les autres résurgences du cirque de Choranche.

Le vendredi 12 août, vers 17 heures, trois kilos de fluorescéine furent versés dans la rivière de Bury à la cote - 300 mètres.

Les fluocapteurs relevés trois semaines plus tard, devaient bouleverser toutes nos hypothèses. Tous présentaient des traces de colorant.

Bury est donc la tête d'un réseau qui alimente toutes les résurgences du cirque Choranche. Après 80 ans de recherches, le mystère du plateau de Presles, est enfin éclairci.

Il ne faut pas penser pour autant qu'il ne reste plus rien à découvrir dans les entrailles du plateau de Presles.

## GROTTE DE BURY

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SITUATION                | <p>Commune : Iseron</p> <p>Carte EM 1/20 000 Vif 1-2</p> <p>Coordonnées : 843,520 - 318,840 - 1260 m.</p> <p>La grotte de Bury s'ouvre sur le plateau de Presles, dont l'altitude varie de 800 à 1470 m, dans la partie nord du massif des Coulmes sur le flanc nord de la colline de Serre La Faille, à 200 m Sud Ouest de la ferme refuge de Bury.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ACCES                    | <p>1 - Par la route du col du Mont-Noir : à 600 m du col en direction de Presles, au virage en épingle, prendre le chemin balisé. 0 h 30 de marche.</p> <p>2 - Par Malleva, au Nord du plateau : montée assez raide. 0 h 45 de marche.</p> <p>3 - Par la Fâ, au Nord Ouest du plateau : sentier touristique. 1 h 30 de marche.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| DESCRIPTION              | <p>L'entrée est sous voûte avec une galerie assez large pendant 150 m. Vient le méandre de section, 0,50 à 1 m de large et 1500 m de long, entrecoupé de chatières et de puits (P8-P15-P10-P20). Dès le début, un ruisseau y serpente jusqu'au fond. Ensuite une grande galerie (diamètre 10 m) dont la section ressemble à la galerie fossile de Gournier ; cette galerie est dangereuse : éboulements, blocs instables. A nouveau, méandres, gours, puits et enfin le siphon, point final de nos explorations jusqu'à ce jour.</p>                                                                                                                                                                     |
| GEOLOGIE INTERNE         | <p><u>Stratigraphie</u> : ouverture dans l'Urgonien, avec méandres et chatières ; puis vient le Barrémien inférieur avec l'Hauterivien : grandes salles, grande galerie.</p> <p><u>Tectonique</u> : le pendage des couches est en moyenne de 10 % ; elles sont toutes inclinées Sud Ouest. A 1300 m de l'entrée nous arrivons au sommet de l'anticlinal ; là, les couches sont plongeantes donc des puits (P15-P10-P20) témoignent la descente vers le synclinal. Nous suivons ce synclinal (grande combe en extérieur), diacalse droite sur 1 km et direction sud ouest. Beaucoup de failles avec rejet sont à remarquer, notamment dans la galerie semi-active des gours et à la dernière échelle.</p> |
| EXPLORATIONS HISTORIQUES | <p>Dès 1879, O. DECOMBAZ parcourt le plateau de Presles, mais il faut attendre 1938, époque où le S.C. Paris explore la grotte de Bury jusqu'au puit de 8 m, puis de 1945 à 1948, M. BOURGIN et son équipe continuent l'exploration jusqu'à un premier siphon.</p> <p>A partir de 1954, le groupe parisien des cyclopes progresse dans la grotte de Bury, après de nombreux dynamitages, jusqu'à une fissure impénétrable, par où s'enfile le courant d'air, au-dessus du siphon terminal.</p> <p>Développement du réseau : 650 m ; profondeur atteinte : 80 m.</p>                                                                                                                                      |

## LEGENDE

▲ Resurgence

👉 Scialet ayant une circulation d'eau

1 Scialet du FAZ

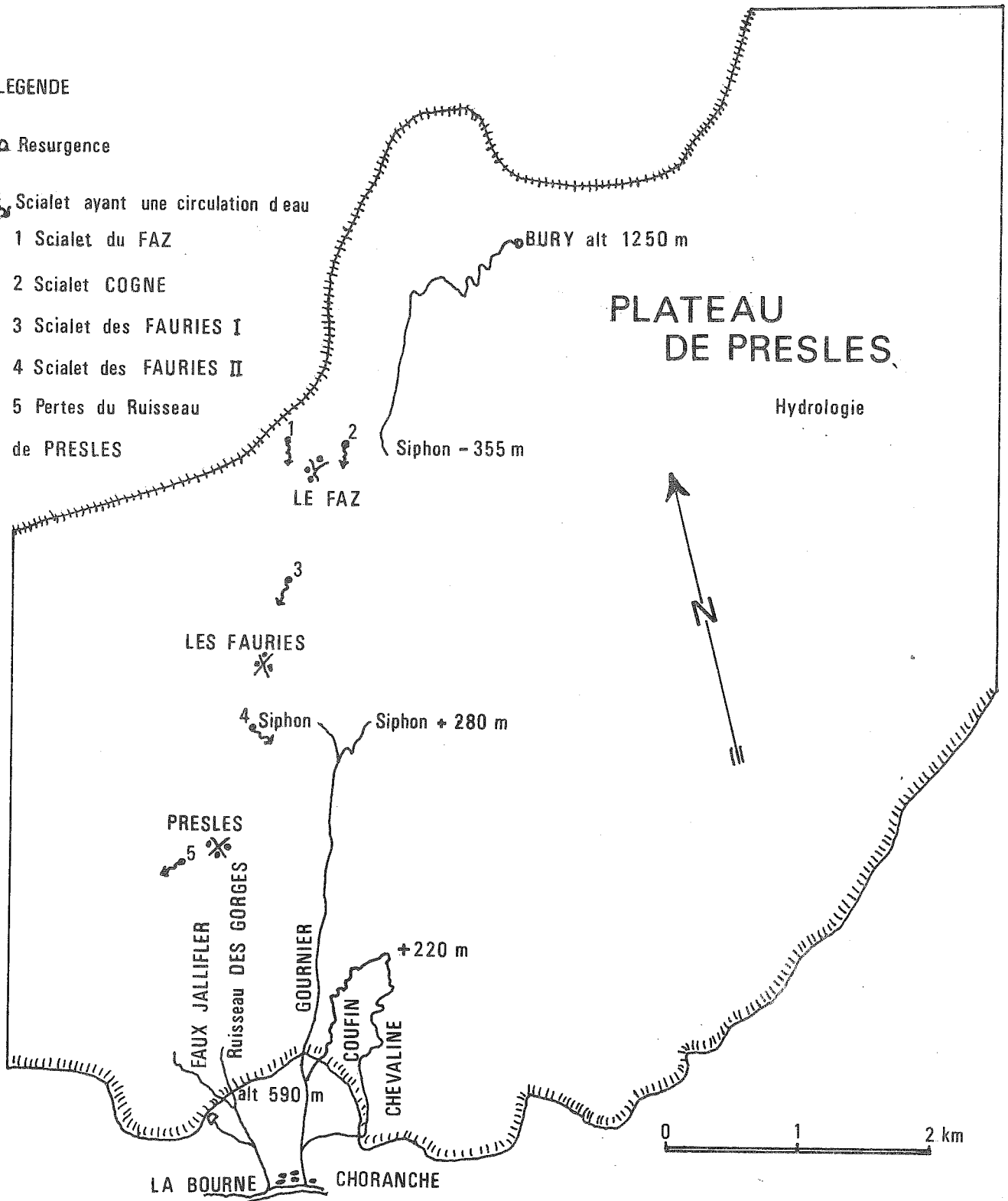
2 Scialet COGNE

3 Scialet des FAURIES I

4 Scialet des FAURIES II

5 Pertes du Ruisseau

de PRESLES



OBSERVATIONS A LA NOTE DE M. LUGIEZ : M. GARNIER

J'ai coloré, le 9 septembre 68 le scialet nord des Fauries, situé approximativement à mi-distance des extrémités de Bury et du Gournier (12 hg de fluorescéine).

La coloration est remontée 38 heures plus tard à la résurgence de Jallifier, où elle s'est maintenue durant 12 heures. La Bourne a été colorée de façon intense jusqu'au Pont de Manne.

Aucune coloration n'est sortie à Gournier ni à Coufin ; non plus que sur le flanc ouest du Vercors (source des Fées à Izeron).

Je pense donc que la diffluence signalée par J.P. LUGIEZ doit se situer très en amont des résurgences.

INTERVENTION de M. PENELON

Penser à installer fluocapteurs ou observateurs à la grotte des Fées à Izeron. Cet exutoire est (à mon sens) un des plus important des Coulmes et ce qui est important le plus bas. Voir également la "source Odier" en rive droite de la Bourne à l'aval du confluent Bourne-Jallifier qui, (bien que de faible débit, quelques l/s) est également un point bas" du système.

## NOTE SUR L'HYDROGEOLOGIE DU PLATEAU DE PRESLES

par G. MARBACH

(Spéléo-Club de la Seine/Groupe spéléo des M.J.C. de Fontaine et de La Tronche)

Situé à l'extrême Nord Ouest du Vercors, la plateau de Presles domine la plaine de l'Isère et le Royans. C'est un vaste entablement de calcaire urgonien, légèrement plissé, comme l'ensemble de ce massif préalpin.

Alimenté par de rares et maigres sources, et aucun ruisseau aérien ne le parcourant plus, le plateau se dépeuple par manque d'eau. La population et les cultures se limitent à la bordure occidentale hauterivienne et aux alluvions modernes sur lesquelles le village de Presles est bâti. Ailleurs, c'est un vaste lapiaz couvert de forêts de sapins et de hêtres, où l'on compte de nombreuses fermes abandonnées.

Pourtant, premier bastion du Vercors (Mont Noir 1475 m), le plateau de Presles est bien arrosé. Mais toute l'eau qui l'atteint disparaît en profondeur pour ne réapparaître qu'au pied des falaises qui le bordent. Les résurgences sont localisées en majorité au contact urgonien-hauterivien ; dans le cirque de Choranche, on trouve : Gournier (pérenne, 150 l/s), Coufin (pérenne, 45 l/s), Jallifier (pérenne, 25 l/s), Balme Etrange (pérenne 2 l/s), Chevaline (intermittente) et à l'Ouest du plateau, les résurgences du Ruzand et des Fées d'Iseron. Quelques sorties d'eau sont également situées le long de la Bourne, dans les calcaires marneux du Valanginien supérieur : Pré-Martin, source Odier, etc. .

Malgré leur nombre - plus de 100 - les cavités du plateau ne permettent que rarement d'atteindre des circulations d'eau. Seuls sept d'entre elles sont parcourues par des ruisseaux :

- les grottes de Bury 1 et 2,
- la grotte des Fromages,
- le scialet de Font-Sala 1,
- les scialets des Fauries 1 et 2,
- le scialet de la Citerne.

Du point de vue hydrogéologique, on peut distinguer trois réseaux.

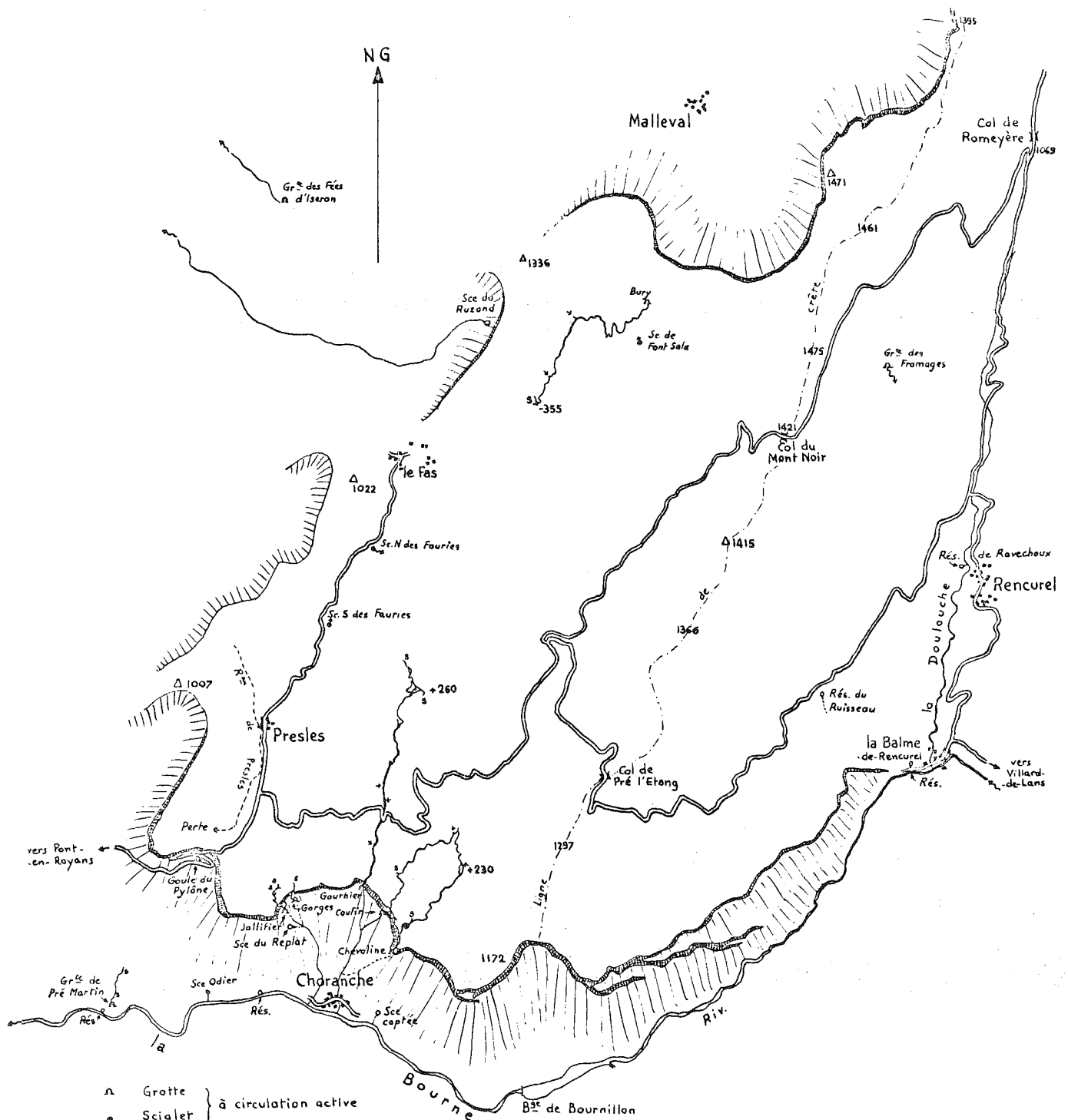
Deux sont d'importance réduite : grotte des Fromages - résurgence de Ravechoux et perte du ruisseau de Presles - Goule du Pylône - grotte de Pré-Martin.

Le drain majeur se situe dans une gouttière peu marquée, d'axe nord nord est - sud sud ouest. On peut y suivre l'eau dès l'entrée de la grotte de Bury, qui s'ouvre au Nord du plateau, à 1260 m d'altitude. Grossi par de nombreux affluents, le ruisseau se dirige par des méandres coupés de puits, vers la gouttière précédente. L'ayant atteinte, il suit désormais son axe, vers Choranche. A la cote - 355, et à trois kilomètres de l'entrée, un siphon barre son cours ; le débit est en cet endroit de 250 l/s.

Les puissantes résurgences du cirque de Choranche (leur débit de crue cumulé dépasse 5 m<sup>3</sup>/s) ont-elles aussi donné accès à des cours d'eau. A Gournier, on peut remonter la rivière qui parcourt la grotte sur 2500 m d'un cours pratiquement rectiligne, axé sur une faille, jusqu'à un siphon, à la cote + 260. La grotte de Coufin recèle également un ruisseau de 1500 m de long (cote + 240 atteinte).

L'importance des débits, les cotes atteintes, la similitude des directions, tous semblaient faire de Gournier le débouché logique des eaux perdues au siphon de Bury. Une coloration a été effectuée en 1966. Trois kilos de fluo-rescéine furent immergés à - 300 m dans le Bury. La cote du siphon excluait les résurgences non situées dans le cirque de Choranche. A la surprise générale, toutes les résurgences du cirque restituèrent le colorant (méthode du charbon actif).

Deux hypothèses permettent de rendre compte de l'existence de cette quadruple résurgence :



- n Grotte
- o Scialter } à circulation active
- o Source ou résurgence
- Arrivée d'eau
- s Siphon
- ↗ Sens d'écoulement

0 1 2 3 km

## PLATEAU DE PRESLES

### Hydrologie

- Une zone d'imbibition générale alimenterait les cavités du cirque de Choranche. Elle serait située entre les siphons de Bury et de Gournier. A l'appui de cette thèse, on peut remarquer la faible différence de cote entre ces deux siphons : soixante mètres, pour une distance horizontale de trois kilomètres.

- Les cavités du cirque seraient anastomosées. Plusieurs arguments plaident en faveur de cette possibilité. Tout d'abord, le débit de Bury est supérieur à celui de Gournier, qui est la sortie d'eau la plus forte du cirque. De plus, les temps de passage de la coloration (70 h) et des crues d'orage (6 h) semblent incompatibles avec l'existence d'une vaste zone noyée. Aucun accident géologique visible ne permet d'ailleurs d'expliquer la rétention d'une telle nappe sous le plateau de Presles. Enfin, il convient de noter le curieux dispositif constitué par les grottes de Coufin et de Chevaline. La jonction entre ces deux cavités a été réalisée après la coloration. L'origine des eaux qui les parcourent est unique. Une perte dans Chevaline alimente la rivière de Coufin vers le fond des galeries pénétrables. Puis le ruisseau de Chevaline se perd à nouveau à 300 m de l'entrée de la grotte pour réapparaître une nouvelle fois dans Coufin, à 100 m de la sortie du ruisseau, ainsi qu'aux petites résurgences de Balme Etrange. Il y a donc séparation puis confluence des eaux, à plus d'un kilomètre de distance.

Il est prévu de refaire la coloration de Bury, en tenant compte des enseignements du premier essai, afin de préciser certains points. Une étude des débits des diverses résurgences est en cours ( par le G. S. V. ).

On peut également espérer accumuler de nouveaux indices par exploration directe. L'investigation de toutes ces cavités, réalisée par les deux clubs signataires de cet article, n'est en effet pas terminée. Le siphon terminal de Gournier a été franchi en plongée. Un second, qui le suit immédiatement, sera tenté prochainement. Dans Coufin-Chevaline, c'est une cascade à remonter qui stoppe actuellement les explorations. Dans la grotte de Bury, divers points sont à revoir. Le siphon de la grotte de Pré-Martin a également été franchi ; 500 m de galeries ont ainsi été découvertes. Un autre siphon, situé dans la grotte de Jallifier, a donné accès, malheureusement sur une courte distance, au cours souterrain du torrent de Jallifier. Le siphon de la grotte des Gorges, exutoire de crue du Jallifier, sera également tenté dans un proche avenir.

Enfin, le courant d'air qui parcourt tout le réseau, aspirant à Bury, soufflant dans Gournier, Coufin et Chevaline, autorise tous les espoirs.

D'ores et déjà, avec seize kilomètres de galeries explorées, le réseau qui draine le plateau de Presles s'affirme comme l'un des plus importants et des plus intéressants du Vercors.

#### RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES RESUMES

- Réseau : Bury-Choranche
- Localisation : coordonnées - Bury : 843,52 ; 318,84 ; 1260
- Description du réseau, plan, relevé topographique éventuellement : voir carte jointe
- Directions du réseau, failles, diaclases, galeries : une faille dans le fond du cirque de Choranche, de direction SSW-NNE
- Nature des terrains traversés : calcaires aptiens inférieur et barrémiens, à faciès urgonien
- Fossiles recueillis : huîtres et oursins (non déterminés)
- Débits mesurés ou estimés : Bury 250 l/s, Gournier 150 l/s, Coufin 45 l/s, Jallifier 25 l/s
- Essais de coloration (positifs ou négatifs), méthode employée : fluocapteurs, test positif
- Affluents visibles : néant. Possibilité de liaison entre le scialet des Fauries Nord et Gournier
- Pertes : néant
- Régime permanent ou périodique : permanent.

## INTRODUCTION

---

Les notes qui suivent sont basées sur des observations faites au cours des explorations que le S. G. C. A. F. a mené dans le réseau du Gouffre Berger en 1955 et 1956.

Depuis cette époque, je n'ai pas eu l'occasion de retourner au Gouffre Berger, et par conséquent n'ai pas eu la possibilité de vérifier certaines hypothèses, ou de faire d'autres observations complémentaires.

C'est certainement par négligence que ces notes n'ont pas paru plus tôt. Cette négligence est trop généralisée parmi les spéléologues qui, il faut bien le reconnaître, sont attirés plus par le côté sportif que par le côté scientifique des explorations. Dans le cas présent, il est bien certain que ces notes auraient pu servir à ouvrir le débat sur la connaissance géologique du Gouffre Berger, et les expéditions qui depuis 1956 se sont succédées auraient largement alimenté ce dossier. Mais il n'est jamais trop tard pour "bien faire", et je souhaite malgré tout que cet article ne soit que le premier d'une longue série.

## ETUDE DU PLATEAU DE SORNIN

---

### OBSERVATIONS SUR LE GOUFFRE BERGER ET SON RESEAU

---

par L. POTIE

#### CADRE GEOLOGIQUE

Le plateau de Sornin, dominant la cluse de l'Isère, entre Grenoble et Voreppe, forme l'extrémité nord est du massif du Vercors, élément des chaînes subalpines. Son aspect, sa structure sont essentiellement fonction de la présence de l'Urgonien qui s'y présente pratiquement en surface structurale. Ce plateau s'élargit du Sud vers le Nord depuis la Rebertière - Charande, vers les sommets de la Sure et de Sornin ; entre ces deux points hauts, une légère dépression due à l'érosion : l'étrange vallon de la Sure aux gradins lunaires. Le plateau est couvert de végétation : pâturages et surtout forêts masquent souvent le terrain.

#### APERÇU STRATIGRAPHIQUE

Le secteur qui nous intéresse ici fait partie du flanc est d'un mouvement anticlinal Nord-Sud correspondant à la ligne des crêtes séparant les vallées d'Autrans et d'Engins. Son axe correspond localement à la ligne de Charande-Plenouze-la Sure. Nous trouvons en affleurement trois étages seulement dont deux (Albien - Sénonien) sont passablement réduits, l'érosion ayant en grande partie décapé la couverture de l'Urgonien qui apparaît dégagé sur de grandes étendues très lapiazées.

L'Urgonien qui affleure donc très largement présente son faciès habituel des chaînes subalpines septentrionales : c'est une puissante masse de calcaires zoogènes compacts, épaisse ici d'environ 300 mètres. Les surfaces dégagées



présentent de nombreuses sections de Rudistes, classiques dans l'étage (Requienia ammonia ou Toucasia carinata). Nous n'avons pas remarqué les couches à Orbitolines, même dans le vallon de la Sure où l'Urgonien est cependant largement entamé ; ces couches correspondent peut-être à certaines banquettes herbeuses qui se dessinent dans la falaise dominant Noyarey, et qu'il serait bon d'étudier de plus près.

Ici plus qu'ailleurs les phénomènes karstiques atteignent une ampleur impressionnante et sont à l'origine des nombreux gouffres qui parsèment le plateau, notamment le Gouffre Berger qui fait l'objet de cette étude.

## ALBIEN

Au-dessus nous trouvons directement en contact avec l'Urgonien, le Gault. Il se présente sous forme de calcaire roussâtre sur les surfaces altérées, multicolore sur les cassures fraîches : ce sont des calcaires gréseux et glauconieux à très nombreux débris de coquillages : c'est la lumachelle du Gault, très caractéristique. Sur le chemin de la Croisette, une assise glauconieuse et plus sableuse doit être rattachée au Gault. Ce Gault affleure à l'état de lambeaux disséminés sur la surface urgoniennne ; il a une puissance maximale de 10 mètres ici.

## SENONIEN

Enfin, sur la crête de Charande et sur la butte de Sornin, au-dessus des pâturages, s'élèvent des escarpements sénoniens aux dessins assez mous. Il s'agit ici de calcaire gréseux et glauconieux d'aspect blanchâtre, donnant de fins éboulis crayeux. Ces calcaires apparaissent très finement striés. On peut les assimiler à l'étage des "Lauzes" (Sénonien inférieur) qui termine la série stratigraphique du plateau. En effet, nous n'avons pas ici les calcaires à silex du Sénonien supérieur qui affleure non loin de là, vers les tunnels d'Engins.

## APERÇU TECTONIQUE

Le plateau de Sornin forme le sommet de l'anticlinal que l'on suit de la Croix-Perrin jusqu'à la Sure. Il correspond à la ligne des crêtes déjà citées : Charande, Plénouze et la Sure. A la Rebertière et à la Molière, la retombée ouest et est se fait aussitôt, mais en allant vers le Nord, en direction de la butte de Sornin, l'anticlinal s'épanouit jusqu'à former plateau. Entre Plénouze et Sornin les couches sont très peu inclinées vers l'Est (5°) ; c'est seulement à partir de la butte de Sornin que le pendage s'accroît vers le Sud Est (12 à 15°) jusqu'à un maximum de 45°. Une étude précise du versant d'Autrans permettrait d'étudier la retombée ouest, très franche, et qui pourrait être faillée dans la région de Plénouze.

Il est probable que les falaises allongées Nord-Sud correspondent à des accidents. Il serait bon d'étudier de très près le ravin où se perd la source des Chalets de Sornin, et qui semble correspondre à une faille. Malheureusement, la végétation et le terrain passablement bouleversé par suite d'un glissement de terrains (sous les chalets) ne m'a pas permis de l'affirmer.

Les mouvements alpins déterminent les grandes lignes de la tectonique : anticlinaux, plis-failles, grandes fractures, etc.. A cette tectonique qui donne l'allure générale de la région, il faut ajouter une tectonique secondaire faite de réseaux de fractures plus ou moins orthogonaux, parallèles ou perpendiculaires aux grandes lignes de la tectonique principale. Cette fracturation peut être contemporaine ou postérieure aux mouvements alpins ; elle est infinie et l'on pourrait sans doute, en réduisant de plus en plus le champ d'observation, relever une microfissuration suivant ces grandes lignes.

## OBSERVATIONS SUR LE RESEAU DU GOUFFRE BERGER

Ce plateau de Sornin, comme on l'a vu, pose peu de problèmes pour le géologue : simple surface structurale où l'érosion n'a laissé que quelques lambeaux de Crétacé supérieur, mettant à nu la carapace d'Urgonien ; pas d'accidents

tectoniques importants, mais un réseau de fissures ou fractures secondaires. Tout différent est son intérêt hydrographique et spéléologique, comme le prouve la présence du Gouffre Berger. Il est bon de faire ici un résumé de l'histoire des recherches spéléologiques qui ont amené à l'exploration du Gouffre Berger.

Le problème des Cuves de Sassenage est vieux comme les Cuves elles-mêmes, et nous n'avons fait que suivre la trace de nos prédécesseurs, en mettant à profit leurs études. Je n'insisterai pas sur les recherches faites sur le plateau de Saint-Nizier, exploré sur 200 mètres par PHONNE. C'est par la résurgence dite "Cuves de Sassenage" que nos recherches ont commencé. Après maintes péripéties qu'il n'y a pas lieu de mentionner ici, la reconnaissance est poussée jusqu'à 1170 mètres de l'entrée pour une dénivelée de 20 mètres, le réseau se développant toujours dans le Sénonien. L'exploration est actuellement freinée par des siphons correspondant à une zone noyée importante (1). Signalons ici les premières recherches effectuées par des plongeurs qui ont progressé de quelques mètres dans une galerie noyée, sensiblement perpendiculaire à l'axe du pli-faille de Sassenage.

Le développement des Cuves de Sassenage entièrement dans le Sénonien (calcaire à silex) conduisait à rechercher une origine sénonienne d'où les travaux à Saint-Nizier-Moucherotte. Mais les découvertes de 1947 à 1952 de l'équipe grenobloise dans les Cuves et la topographie du réseau (passant de 200 m à 1170 m) montre le réseau se dirigeant vers Sornin.

Pratiquement bloqués à l'aval, nous portons nos explorations sur l'amont ; le plateau de Sornin. Son lapiaz est une zone de choix. De plus, si la résurgence des Cuves posait un problème, le plateau de Sornin devait en poser un autre : où allaient les eaux de pluies relativement abondantes ici ? Pour un bassin de près de 22 km<sup>2</sup> (cf. A. BOURGIN) le nombre de ruisseaux, ou même de sources, est fort réduit : d'anciens lits de torrents à jamais asséchés, tel celui de la Gelina (entre la butte de Sornin et la Dent du Loup), mais aucun ruisseau ou ruisseaulet sur les flancs, seulement quelques sources à débit très faible, localisées dans le Sénonien et l'Albien, et dont les eaux se perdent rapidement au contact de l'Urgonien. De nombreux puits sont explorés, colmatés en général ou impénétrables dans le fond. Dès lors la solution est proche.

Juillet 1953 : découverte du Gouffre Berger. Une coloration effectuée le 25 octobre 1953 à 300 mètres de profondeur a prouvé la relation étroite entre le réseau des Cuves et celui de Sornin. Il restait à explorer ce système impressionnant de 1150 mètres de dénivelée. Nous avons poussé nos recherches jusqu'à - 1122 mètres, ce qui plaçait, par sa profondeur, le Gouffre en tête des cavités connues. Cependant le plus difficile et le plus intéressant au point de vue hydrogéologique restait et reste à faire : la "remontée" au sens géologique.

## DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSES

- De 0 à - 256  
-----

L'entrée, à 1460 mètres, se situe dans l'Urgonien entaillé par l'érosion. A - 256 nous sommes déjà dans l'Hauterivien ; la traversée de cette masse urgoniennne se fait par une alternance de puits de 30 ou 40 m et de méandres (diaclasses). Au point de vue stratigraphique, rien de neuf à apprendre. L'étude lithologique en est rendue difficile par des dépôts divers (calcite, argile) revêtant les parois. Quant aux faunes, les parois des puits en sont un véritable musée, l'eau ayant souvent dégagé les coquilles. Au passage on peut observer les huîtres caractéristiques.

Avec mon camarade MOYRAND, nous avons cru noter entre le bas du puits Aldo et la grande galerie la présence de Panopées, qui pourraient marquer le passage Urgonien - Hauterivien. Ceci est à préciser.

Il faut signaler la présence de dépôts de sable très fin en certains points (puits Garby, boudoir, etc.).

Cette traversée de l'Urgonien se fait de manière complexe, par une succession de passages étroits et tortueux (méandres) coupés de puits. Ceci montre les contraintes imposées aux circulations d'eau par la nature même de la roche. Ce tracé dans l'Urgonien s'opposant à ce que nous trouvons plus bas dans l'Hauterivien.

Après avoir quitté la surface du lapiaz où le travail de l'eau par dissolution est remarquable, on sent que l'eau a été contrainte d'emprunter des cheminements naturels pré-existants : diaclases, fissures ou zones fracturées de moindre

---

(1) - l'exposé de M. EYMAS actualise ces renseignements.

nature marneuse du terrain dans lequel elle se développe, la présence de fractures ou d'alignements de fractures, le pendage qui plonge vers le Sud Est, facilitant le travail gravitaire de l'eau au contact toujours moins cohérent, même s'il n'est pas bien tranché, de deux terrains différents (Urgonien calcaire - Hauterivien marneux).

Au départ, il y aurait la conjonction entre :

- l'alignement de fractures que l'on peut tenter de retrouver dans les falaises sénoniennes au-dessus des chalets, sous la butte de Sornin,
- le contact Urgonien calcaire - marnes de l'Hauterivien.

Ces deux facteurs créent, pour des raisons différentes, des zones de moindre cohésion facilitant le passage de l'eau. De plus, les marnes hauteriviennes n'offrent qu'une résistance faible à l'érosion mécanique si les conditions d'écoulement sont créées. Or, ces conditions dynamiques sont créées par le pendage de plus en plus fort des couches vers l'Est. L'Urgonien joue le rôle d'imperméable particulièrement résistant, canalisant les eaux dans les marnes sous-jacentes plus tendres.

Ces raisons expliquent la présence et la simplicité du tracé de cette galerie, et partiellement ses dimensions. Pour ces dernières, il faut invoquer de plus une érosion naturelle par éboulement et évacuation progressive des déblais par l'eau. Les vides créés dans ces roches semi-tendres par la circulation de l'eau entraînent, dans un deuxième temps, la décompression des roches et leur désagrégation allant jusqu'à l'éboulement. Ce processus se déroulera jusqu'à ce que se produise un équilibre naturel qui est, soit le colmatage complet assurant le remplissage des vides, soit l'effondrement général des terrains sus-jacents (Urgonien) mal soutenus, soit éventuellement la stabilisation si, à la faveur de changement de faciès ou d'une fracture, les parois de la galerie sont suffisamment porteuses.

Comment se fera la liaison entre le réseau des Caves de Sassenage et le réseau du Gouffre Berger ?

Au point terminal du Gouffre Berger nous sommes environ à 1 km 500 en distance de l'extrémité connue des Caves. Une trentaine de mètres de dénivellée sépare ces deux points extrêmes. Le réseau qui suivait le flanc est de l'anticlinal de Sornin vient buter plus ou moins perpendiculairement le flanc ouest de la charnière anticlinale de Saint-Nizier.

La partie comprise entre les deux siphons des Caves et celle que nous avons atteint à Sornin est-elle entièrement noyée ? Cette liaison peut se produire de deux façons ou plus :

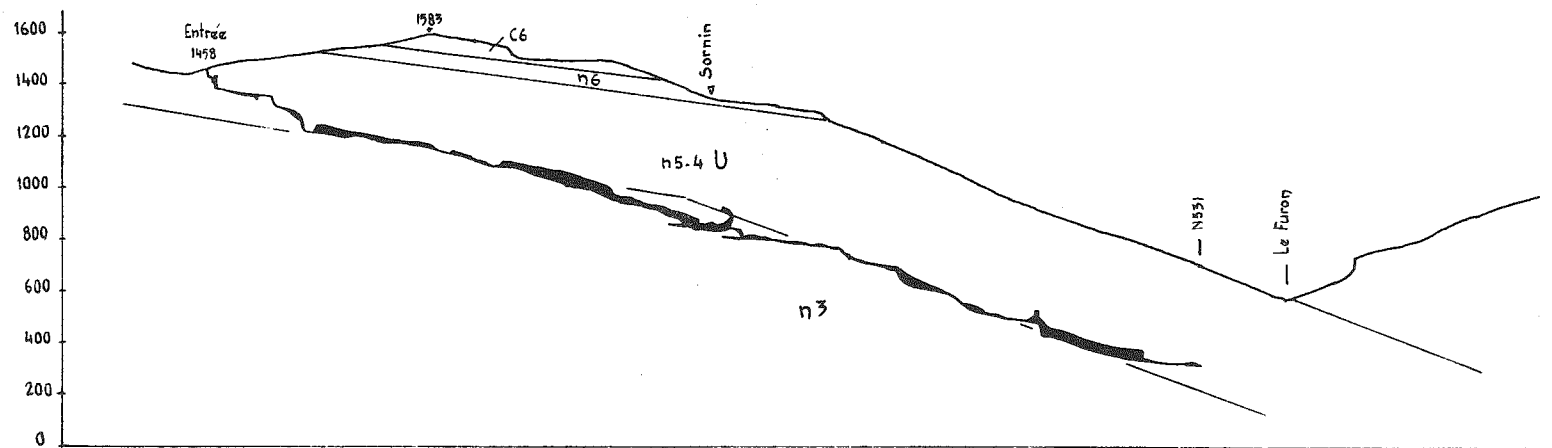
- la zone des siphons correspond au mouvement synclinal intermédiaire séparant Sornin de Saint-Nizier et nous pouvons avoir, à la faveur d'un piège, une zone noyée importante. Cette zone noyée affecterait soit un réseau continuant à se développer partiellement sous l'Urgonien et dans l'Hauterivien, soit un réseau se développant dans l'Urgonien. Les eaux rejoindraient alors le réseau sénonien noyé des Caves à la faveur d'accidents (pli faillé de Sassenage par exemple). Il y aurait alors peu de chances de voir se réaliser la jonction avant longtemps. Il s'agit là d'une première hypothèse ;

- il s'agit peut-être également de voûtes mouillantes secondaires correspondant à des rétrécissements successifs considérables de la galerie. Les eaux réutiliseraient des réseaux urgoniens et sénoniens maillés entre eux, soit à la suite de phénomènes secondaires (accidents postérieurs à leur constitution), soit normalement par le jeu des circulations utilisant des passages pré-existants.

Il est évident que seules les plongées nous permettraient d'élucider ce problème, et de connaître la zone de galerie intermédiaire dont l'axe doit vraisemblablement correspondre à celui du Furon. Les perfectionnements de cette technique de plongée peuvent laisser espérer une possibilité de liaison. Les explorations faites par le G. E. P. S. de Marseille dans la résurgence sous-marine de Port-Miou sont là pour en témoigner. L'équipe de pointe a atteint la distance de 840 mètres avec un seul relais situé dans une cloche d'air à 530 mètres de l'entrée. Le conduit, entièrement immergé, se développe entre - 10 et - 20 m pour atteindre - 45 au point terminal des explorations. Ces explorations feront, bien entendu, l'objet d'un rapport. Je pense que les méthodes utilisées à Port-Miou peuvent être généralisées.

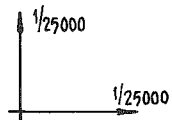
Pour conclure, après avoir constaté les lacunes dans les observations faites en 1955 - 1956 parce que, il faut le dire, le côté sportif des explorations était celui qui nous animait le plus, j'insisterai pour que certaines habitudes se prennent systématiquement chez les spéléologues, géologues ou non ; mesures de pendage, échantillonnage des roches lorsque l'on constate des changements, exécution de croquis de certaines sections, prélèvements de fossiles, etc. En fin de compte, il s'agit de contraintes que l'on doit s'imposer si l'on veut voir s'établir un dialogue constructif entre la spéléologie et les différentes disciplines scientifiques qui la concerne.

# COUPE GEOLOGIQUE



## LEGENDE

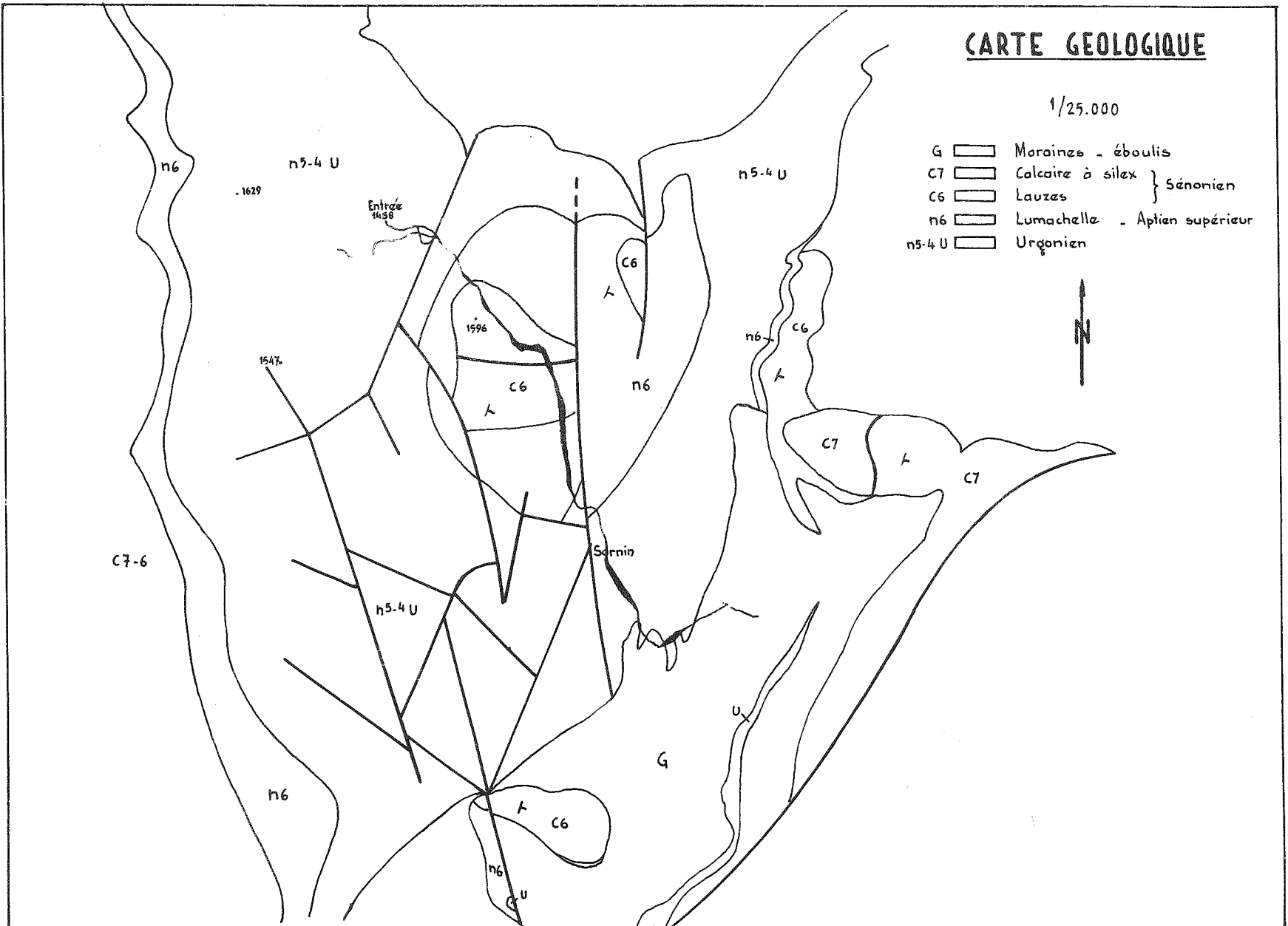
- |        |                                                                                                                           |                              |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| C6     | <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> | Sénonien                     |
| n6     | <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> | Lumachelle; Aptien supérieur |
| n5-4 U | <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> | Urgonien.                    |
| n3     | <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> | Hauterivien.                 |



# CARTE GEOLOGIQUE

1/25.000

- |        |                    |                    |
|--------|--------------------|--------------------|
| G      | Moraines - éboulis |                    |
| C7     | Calcaire à silex   | } Sénonien         |
| C6     | Lauzes             |                    |
| n6     | Lumachelle         | } Aptien supérieur |
| n5-4 U | Urgonien           |                    |



## HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL DE VILLARD-DE-LANS

-----  
par Jean SARROT-REYNAULD

La région qui fait l'objet de cette étude est comprise entre la crête orientale du Vercors allant des Trois Pucelles à la Moucherolle, en passant par le Moucherotte, le Pic Saint-Michel, les Rochers de l'Ours, le Cornafion et la ligne de reliefs qui sépare le bassin de Lans - Villard-de-Lans de celui d'Autrans - Méaudre. Nous limiterons notre étude vers le Nord, un peu au Sud de Saint-Nizier, aux abords de la faille qui longe et détermine la face nord du Moucherotte qu'elle décale par rapport au massif des Trois Pucelles. Du point de vue hydrogéologique, cet accident paraît en effet constituer une limite plus nette que la faille qui se situe au niveau même de Saint-Nizier et de l'extrémité nord des Trois Pucelles et grâce à laquelle les écoulements se font beaucoup plus vers le secteur des Arcelles ou les réseaux du plateau de Saint-Nizier (J.C. FOURNEAUX) que vers le Furon.

Vers le Sud nous avons limité nos recherches un peu au Nord de Corrençon et par conséquent à une partie seulement du bassin versant du ruisseau de Corrençon, une limite logique pouvant être fournie par le tracé de la faille qui emprunte le col de la Double Brèche et se prolonge en direction de la Font de la Maie et des bois de Valchevrière.

La région étudiée comprend donc une partie du bassin versant du Furon qui coule vers le Nord et une partie du bassin versant de la Bourne qui coule vers le Sud puis vers l'Ouest après avoir reçu le ruisseau de Corrençon. Il ne paraît d'ailleurs pas possible de dissocier les bassins versants de ces divers cours d'eau car il existe des liaisons évidentes entre eux, tant par l'intermédiaire de failles affectant les terrains du substratum qu'à travers les formations superficielles qui constituent l'ancien cône de déjection du Furon, au niveau du village de Lans.

C'est donc l'unité géologique et hydrogéologique homogène comprise entre la faille du Moucherotte et la faille de la Double Brèche et dont la surface est d'environ 75 km<sup>2</sup> que nous avons choisi d'étudier plus que des bassins versants géographiques apparemment bien délimités.

Ce secteur est par ailleurs assez uniforme du point de vue climatique et spécialement en ce qui concerne la pluviométrie dont la valeur moyenne annuelle peut être estimée à 1 250 millimètres, ce qui représente un débit moyen possible de 40 litres par seconde et par kilomètre carré de bassin versant.

Compte tenu des températures moyennes observées, on peut estimer l'évapotranspiration à environ 480 millimètres par an.

Le débit moyen disponible pour le ruissellement et l'infiltration serait donc de 24 litres par seconde au kilomètre carré, mais étant donné l'absence de stations de jaugeage sur le Furon, et faute du relevé continu du débit des diverses sources, il n'est pas possible d'établir un bilan, même provisoire, de ce secteur.

Il faut rappeler cependant que les calculs faits sur les bassins versants de la Bourne et de la Vernaion par A. BOURGIN l'avaient amené à considérer le débit de 7 litres seconde au km<sup>2</sup> comme caractéristique du débit d'étiage pour le Vercors.

Pour le synclinal de Lans-Villard-de-Lans ce chiffre doit être supérieur à la réalité si l'on considère les liaisons existantes entre les bassins de la Bourne et du Furon qui tendent à renforcer les débits de la Bourne et les possibilités d'écoulement des eaux du plateau vers les plaines de la Gresse et du Drac.

Si à l'échelle d'un grand bassin tel que l'ensemble Bourne - Vernaion qui représente 575 km<sup>2</sup>, les probabilités de perte vers d'autres bassins deviennent faibles ou tout au moins négligeables, il n'en est plus de même au niveau d'un bassin de 75 km<sup>2</sup> et il convient d'être très prudent dans l'utilisation de valeurs de débits dites caractéristiques.

Quoi qu'il en soit l'écart entre le débit moyen disponible et le débit d'étiage reste très grand, mais il est prématuré de déterminer la part de cet écart qui revient aux écoulements superficiels en période de crue et celle qui correspond aux infiltrations dans le secteur étudié.

Il paraît en effet indispensable avant toute autre démarche de montrer le rôle de la structure tectonique dans l'hydrogéologie du synclinal de Villard-de-Lans, et par là de mettre en évidence les liaisons existant entre les diverses émergences du fait des circulations karstiques et dont il faudra tenir compte pour l'établissement du bilan et surtout pour connaître les capacités de régulation et de stockage des diverses formations dans chaque secteur particulier.

Les circulations d'eau et les possibilités d'infiltration ou de ruissellement sont liées en effet à la nature lithologique des terrains qui constituent la région étudiée et à la structure tectonique tout spécialement en ce qui concerne les failles et les diaclases.

#### DONNEES STRATIGRAPHIQUES

L'ossature profonde du synclinal de Villard-de-Lans (J. SARROT-REYNAULD, 1962) est formée par les calcaires urgoniens visibles au niveau d'Engins, mais surtout au Sud de Villard-de-Lans et sur tout le rebord oriental du massif.

Ces calcaires très karstifiés et dont l'épaisseur peut atteindre et même dépasser 300 mètres reposent sur les calcaires marneux imperméables du Barrémien inférieur et de l'Hauterivien qui forment généralement le niveau de base géologique des circulations.

Les calcaires urgoniens sont surmontés par les formations gréseuses de "La lumachelle" que recouvrent les sables et grès de l'Albien qui constituent une excellente roche réservoir et au niveau desquels apparaissent des sources nombreuses mais à faible débit unitaire.

L'épaisseur de l'Albien est maximale au Sud de Villard-de-Lans, dans le vallon de la Fauge et devient très faible au Nord de Lans.

La présence de grès cénomano-turonien n'est qu'exceptionnelle (vallon de la Fauge) et avec les lauzes du Sénonien on trouve un ensemble où les circulations ne se font plus que suivant les joints de strates et les diaclases tandis que les calcaires à silex qui les recouvrent sont souvent très fortement karstifiés mais montrent des résurgences à leur contact avec les lauzes, comme on peut l'observer le long des gorges du Furon, entre l'Olette et Engins.

Les formations éocènes qui ne remplissent que quelques poches dans les calcaires, sauf peut-être dans certains secteurs comme celui de Lans, où elles semblent remaniées, ne jouent pas au premier abord un grand rôle du point de vue hydrogéologique.

La molasse miocène comporte des horizons très divers de sables et de conglomérats présentant souvent une sédimentation entrecroisée ou liée à l'existence de chenaux fluviaux. Le comportement hydrogéologique de cet ensemble bien visible le long de la route de Lans à Saint-Nizier et qui occupe tout le centre du synclinal où il réapparaît de loin en loin est lié au degré de cimentation originelle des formations soit au contraire à leur degré de désagrégation.

Jusqu'à ce jour les recherches d'eau dans ces formations ont toujours été décevantes en ce qui concerne les débits rencontrés.

Les formations quaternaires très diverses : éboulis, moraines caillouteuses ou moraines argileuses ne jouent qu'un rôle assez modeste dans l'hydrogéologie du synclinal de Villard-de-Lans, malgré l'étendue de leurs affleurements sauf peut-être dans l'axe même de la cuvette synclinale où leur stratigraphie est mal connue et où l'on n'a jamais testé les possibilités de ressources en eaux.

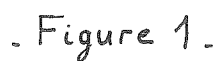
#### DONNEES STRUCTURALES

La structure du synclinal de Villard-de-Lans est relativement simple dans son ensemble et on peut la schématiser en soulignant la dissymétrie de ce synclinal au rebord ouest relativement tranquille, tandis que le rebord oriental présente des déversements et des chevauchements d'ampleur très variable de l'anticlinal bordier sur le synclinal.

Les surfaces de chevauchement ne paraissent pas jouer un rôle hydrogéologique prépondérant car étant généralement parallèles à la stratification des couches elles se comportent tout au plus comme les surfaces de contact entre formations lithologiques différentes, mettant généralement en contact anormal les calcaires de l'Urgonien ou du Sénonien sur les assises de la molasse.



 Miocene



Correspondant à des zones d'intense compression, elles ne peuvent jouer qu'un rôle d'écran et ne semblent jamais jouer celui de drain.

Ce sont en fait les grands accidents transverses qui recoupent le rebord du massif du Vercors et déterminent les secteurs où les déversements ont plus ou moins d'amplitude qui jouent le plus grand rôle du point de vue hydrogéologique. Il existe certes des accidents de direction N 15 à 20° E qui brisent les structures plissées longitudinales en déterminant des ressauts en escaliers dans ces unités relativement souples dans leur ensemble mais ces failles qui déterminent l'implantation des sources en provoquant l'intersection du niveau de base des circulations avec la surface topographique ne semblent que rarement le siège de circulations importantes sauf peut-être pour la faille nord-sud de la Goule Blanche ou celle de Bouilly.

Les failles essentielles sont les failles de direction N 70° E et N 70° W qui jouent parfois le rôle d'écrans mais le plus souvent celui de drain et sont avec leurs nombreuses diaclases satellites le siège de circulations importantes. Comme on peut le constater sur la carte ci-jointe (figure 1) qui diffère à certains égards de la carte géologique Vif au 1/50 000, toutes les sources de quelque importance se situent sur le tracé de ces accidents sur lesquels s'alignent également de nombreux scialets ou pertes de ruisseaux.

Ces failles transverses qui recoupent indifféremment toutes les formations drainent des débits d'autant plus importants qu'elles sont liées à un ennoyage général des structures vers le Sud, jouant alors à certains égards le rôle de failles à rejet compensateur.

Beaucoup des résurgences ou sources situées le long de ces accidents ne sont en fait que les trop-pleins de circulations plus profondes qui alimentent des sources d'autant plus importantes qu'elles sont plus proches du niveau de base géologique constitué par le toit de l'Hauterivien.

Toutes les eaux issues tant du Sénonien que de l'Urgonien sont bicarbonatées calciques et il est difficile de les différencier les unes des autres par leurs propriétés chimiques, mais il apparaît que celles provenant de l'Urgonien sont polluées de façon plus fréquente et plus massive que celles du Sénonien car les vides étant plus importants dans l'Urgonien les eaux n'y subissent aucune filtration qui n'est assurée que pour les eaux issues de l'Albien et à un degré moindre des lauzes du Sénonien.

L'étude d'un certain nombre d'exemples est particulièrement intéressante pour mettre en évidence le rôle des accidents transverses dans l'hydrogéologie du synclinal de Villard-de-Lans.

#### DESCRIPTION DETAILLEE

La plus importante résurgence du secteur étudié, qui se trouve d'ailleurs à l'extrême limite sud ouest du synclinal, est la résurgence de la Goule Blanche, sur la rive gauche de la Bourne, à la cote 839 (figure 2).

Cette énorme résurgence dont le débit d'étiage est de 250 litres seconde et le débit moyen annuel de 1 150 litres seconde apparaît au point de convergence d'une grande faille nord-sud qui remonte le compartiment est par rapport au compartiment ouest et relève donc le niveau de base géologique des circulations formé par les calcaires marneux à panopées qui constituent le plancher de la Goule Blanche et d'une cassure de direction N 70° W, bien visible à l'entrée même de la grotte qui affecte le secteur de Bois Barbu, remonte par la source du Renard, traverse la cuvette des Clots et vient recouper le vallon de la Fauge dont on sait depuis A. BOURGIN (1941) que des colorations ont montré la liaison avec la Goule Blanche. (fig. 3).

Cette cassure qui se prolonge à l'Est, à travers le Ranc des Agnelons, détermine vers l'Ouest le tracé des Gorges de la Bourne sur plus d'un kilomètre. Si la Fontaine du Renard située à la cote 1050, dont le débit d'étiage est d'environ 6 litres seconde et dont nous avons pu montrer par des colorations la liaison avec le scialet de la cuvette des Clots est en quelque sorte un trop-plein partiel de cette circulation localisé par la rencontre d'un accident N 20° E, l'alimentation de la Goule Blanche provient aussi des apports, transitant par la grande faille nord-sud de la Goule Blanche déjà signalée et jouant ici le rôle de drain, des secteurs affectés par la faille de la Double Brèche, la faille de Combeaueux et celle de la Moucherolle, ainsi que l'ont montré les recherches et colorations récentes des spéléologues.

En rive gauche du ruisseau de Corrençon, à la cote 1015, la résurgence de la Font de la Maie dont le débit d'étiage est de 20 litres seconde et qui se situe ainsi que la source supérieure des Pouteils sur un accident issu du col de la Double Brèche, longeant la Combe Charbonnière, passant au Nord de Pré des Prés et juste au Sud du hameau des Guillels pour se poursuivre vers l'Ouest au Nord de la Croix du Liorin et venir se terminer au Nord du Belvédère de Valchevière, se

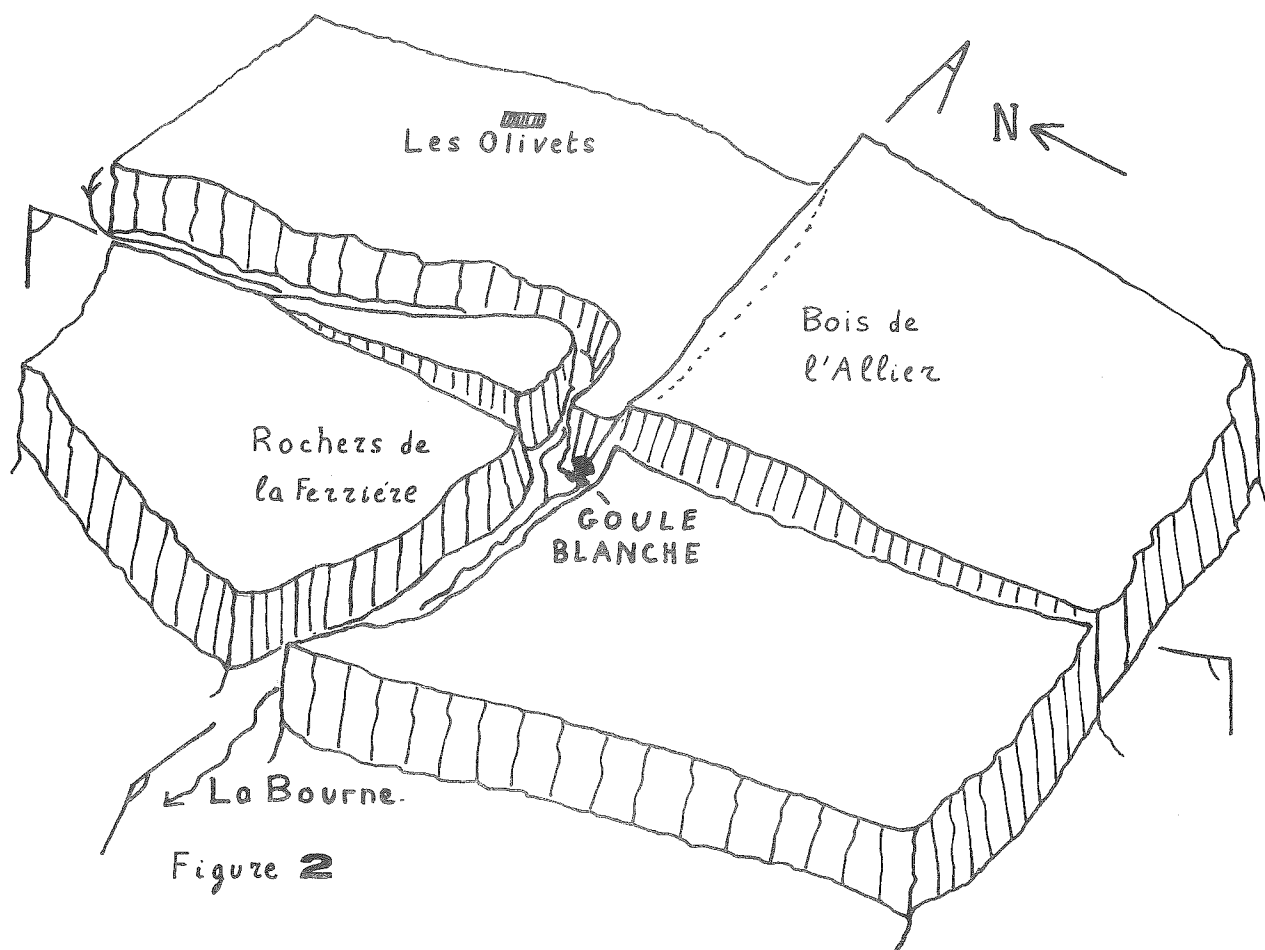


Fig. 3 - Vue du Cornafion et du vallon de la Fauge montrant la facturation des calcaires urgoniens par les accidents transverses et leurs diaclases satellites -

trouve à l'intersection de cet accident avec une fracture moins importante mais qui a été observée aussi bien en surface qu'en profondeur par galeries, qui affecte les lauzaes du Sénonien et détermine la Combe des Rotes qui remonte en direction du hameau de la Narce.

C'est au niveau de cet accident que le ruisseau de la Narce perd une partie de son débit qui se trouve ainsi ramené vers le Font de la Maie, mais une autre partie des débits se dirige vers la faille nord-sud de la Goule Blanche par l'intermédiaire de la faille de Combeaueux qui reçoit elle-même les apports empruntant la faille de la Grande Mouche-rolle.

La Fontaine du Sac dont le débit d'étiage est de 1,5 litre minute, située à la cote 1 485 sous les Rochers du Pourton est liée, elle, à une petite cassure affectant les calcaires urgoniens au Nord de la cote 2 000 et qui descend vers le hameau des Bouchards où sa présence pourrait expliquer la localisation et le débit (1 litre seconde à l'étiage) des sources qui apparaissent au contact de la lumachelle et de l'Albien.

La source de la Fontaine Aymard qui sort du Sénonien à la cote 1 100, en rive gauche du ruisseau de la Fauge, un peu à l'amont de Villard-de-Lans et constitue la principale ressource en eau potable de cette localité puisque son débit d'étiage est de 20 litres seconde, c'est sur le tracé d'une grande fracture issue du secteur du Col Vert qui passe par les sources de Roybon, recoupe le ruisseau de la Fauge au niveau de la cascade où elle peut recevoir des apports supplémentaires et semble se prolonger sur le rebord occidental du synclinal où elle affecterait les couches du Sénonien, soit au niveau de la Tançanière, soit au niveau de Bois Barbu, l'épaisseur des formations quaternaires au niveau de Villard-de-Lans ne permettant pas de jalonner cet accident de façon rigoureuse.

Un autre alignement remarquable de circulations aquifères sur une fracture transverse correspond à celui de la Fontaine de Pissevache, de la Combe de Lurbeillet, Fontaine Magdalen et de la Combe des Platres où l'on trouve au niveau de la Bergerie une assez grosse source dont le débit d'étiage est d'environ 1 litre seconde.

La source très importante de l'Oeil de la Dhuy, aujourd'hui captée, et dont le débit d'étiage est d'au moins 6 litres seconde se situe à la cote 1 040, à l'extrémité d'un siphon creusé dans le Sénonien.

Elle se trouve à l'intersection d'une cassure remontant la Combe Crose et longeant la face sud du plateau du Cornafion mais recevant aussi les apports drainés par la Combe du Bayle et d'un grand accident N 25° E qui remonte les assises du Sénonien par rapport à celles de la molasse qui forme en partie écran imperméable comme l'ont montré les recherches géophysiques effectuées dans le vallon de Font Noire.

Au Nord de Villard-de-Lans et sur le flanc oriental du synclinal, un certain nombre de sources apparaissent dans les formations quaternaires au contact de la molasse. C'est le cas des sources situées entre les hameaux des Chaberts et des Lombards dont les débits d'étiage qui s'échelonnent de 1 à 3 litres seconde ne peuvent s'expliquer que par la présence d'une nouvelle cassure transverse qui drainant la Combe Chaulange leur fournit des apports importants. Les sources des Eymards et des Nobles qui sont très abondantes (5 litres seconde à l'étiage) sont, elles, liées au système hydraulique sur lequel se situent la Fontaine de Machiret et un certain nombre de scialets et dont l'alimentation se fait par la faille de Combe Noire. Cet accident très important pourrait expliquer que des apports lointains se fassent sentir jusque dans le secteur des Geymonds, la faille de Combe Noire pouvant correspondre à celle que nous signalerons à la grotte des Aniers sur le rebord oriental du synclinal.

De nombreuses fractures affectent et déterminent d'ailleurs le secteur du col de l'Arc. Ce sont elles qui sur le versant oriental du massif du Vercors déterminent l'existence de la source des Moussas dont les débits très importants montrent l'existence d'un drainage des eaux vers l'extérieur du synclinal de Villard-de-Lans. Ces accidents viennent recouper le haut vallon du Furon qui est entaillé dans les formations de l'Albien et les assises inférieures du Sénonien, mais partiellement remblayé par des formations quaternaires.

Les sources des Girards et des Blancs dont le total des débits d'étiage est d'environ 7 litres seconde se situent sur de tels accidents qui affectent le massif de la Dent Percée (figure 4). Leurs débits sont inexplicables si l'on n'admet pas un drainage du haut vallon du Furon et d'une partie du massif du Pic Saint-Michel qui se trouve facilité par des pendages favorables. La zone de résurgence des eaux se situerait à l'intersection de ces accidents avec la surface de chevauchement du Sénonien sur la molasse dont le tracé est difficile à jalonner avec précision sur le terrain.

On peut envisager plusieurs hypothèses sur la valeur et l'orientation du plan de chevauchement qui pourrait présenter un léger ennoyage vers le Nord alors que les structures superficielles paraissent s'ennoyer vers le Sud, mais il ne semble pas que cette surface de chevauchement dont il est difficile d'affirmer si elle plonge vers l'Est ou vers l'Ouest car elle ne correspond certainement pas à une surface plane (figure 5) correspondant dans tous les cas à une zone de compression puisse jouer un rôle autre que celui d'écran pour les circulations.

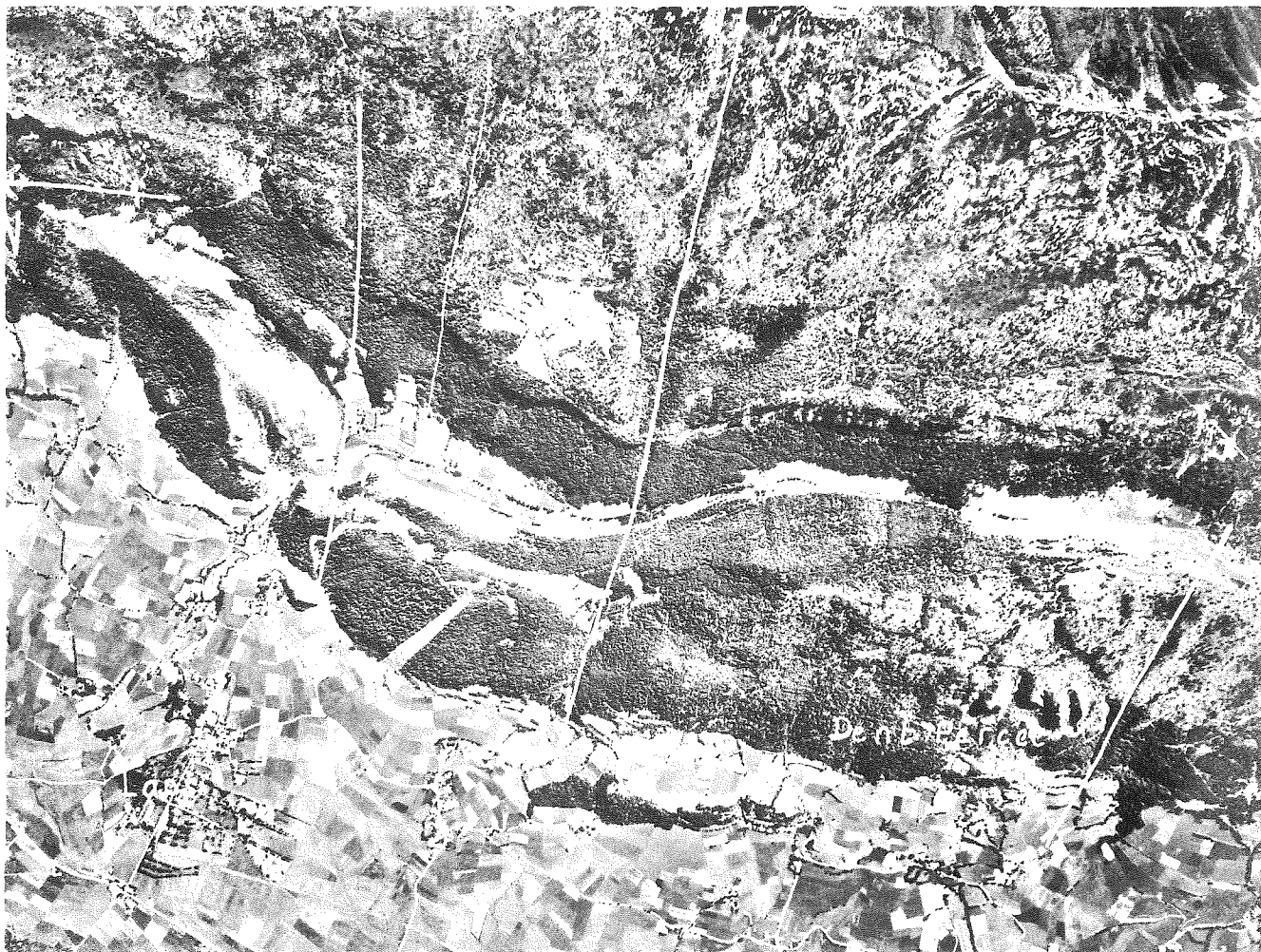
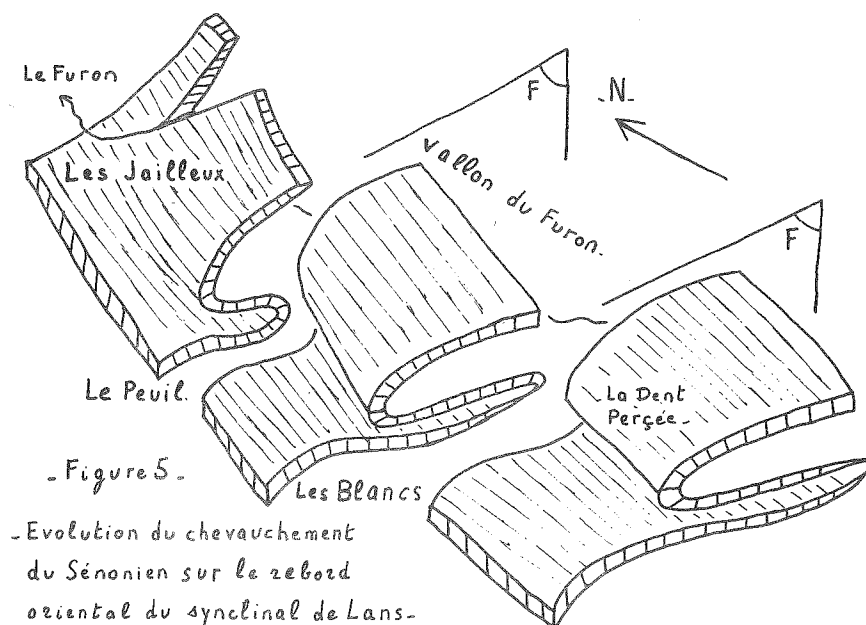


Fig. 4 - Vue aérienne du rebord oriental du synclinal de Lans montrant les accidents transverses qui l'affectent -





De même, il paraît peu probable même s'il existe des écaïlles calcaires traînées sous le chevauchement que des circulations importantes puissent s'y établir.

En ce qui concerne la localisation des sources, le rôle du chevauchement n'est certainement pas plus important que celui du contact entre les calcaires à silex et la molasse, et à plus forte raison que celui des failles transverses si nombreuses ici et sur lesquelles se situent un grand nombre de cavités reconnues par les spéléologues.

Les sources du Peuil (3 litres seconde à l'étiage) et des Jailleux (15 litres seconde à l'étiage) dont les eaux sortent des fissures du Sénonien se situent aussi au point d'intersection de ces failles transverses avec le contact sénonien-molasse qui encore incliné au niveau du Peuil devient vertical au niveau des Jailleux.

Les sources de la Chénevarie et à un degré moindre de la Fontaine de la Molasse sont également liées à des fractures transverses ramenant vers l'axe du synclinal les eaux de l'Urgonien du plateau des Ramées passant par la Fontaine du Goulet et recoupant le Sénonien des Traverses.

Il en est de même de la source de la Bergère et de la Fontaine de Plainevie. Toutes ces sources situées dans la molasse miocène ont un débit unitaire faible puisque généralement inférieur à 0,5 litre seconde, les eaux se dispersant à la faveur des perméabilités locales mais les débits très constants observés ne peuvent provenir de la seule molasse qui ne représente qu'une masse assez limitée à l'amont des points d'émergence.

La source du Bruyant dont le débit d'étiage est voisin de 100 litres seconde qui apparaît à la cote 970 à la base des calcaires à silex du Sénonien et donne naissance à l'un des principaux affluents de rive droite du Furon se trouve au point de conjonction de plusieurs cassures importantes qui drainent non seulement le Bois des Mures mais une grande partie du plateau urgonien du Moucherotte où les scialets et les gouffres sont très nombreux.

Plus au Nord, seule la source de la Tour située elle aussi dans la molasse présente un certain débit, mais il semble que dans ce secteur septentrional le drainage des eaux se fasse déjà vers la profondeur ou vers le revers oriental du massif du Vercors.

Sur le bord occidental du synclinal de Villard-de-Lans, de nombreuses petites sources se situent aussi sur des accidents transverses.

Ce sont, du Nord au Sud : la source des Gorges du Furon située sur la rive gauche de ce torrent, à la cote 905 dont le débit d'étiage est de l'ordre du litre seconde qui est liée à une fracture transverse sur laquelle se trouvent de nombreux scialets et qui pourrait bien prolonger vers l'Ouest la faille de la source du Bruyant.

La source des Merciers, à l'Est du Pas de Bellecombe et la source des Aigaux sont elles aussi situées dans les assises du Sénonien et localisées sur des fractures transverses à l'axe synclinal.

La source de Bouilly dont le débit d'étiage est d'au moins 20 litres seconde se situe à la cote 985, au point de rencontre d'une très grande fracture longitudinale qui affecte toute la bordure occidentale du synclinal de Villard-de-Lans formée par les assises du Sénonien et d'une faille est-ouest qui emprunte sensiblement la Combe de la Chapelle mais reçoit aussi des apports importants depuis l'anticlinal la Croix Perrin où les scialets et gouffres remplis ou non de dépôts éocènes sont incroyablement nombreux.

Les sources du Grand Ricou de la grotte des Aniers, celles-ci intermittentes sont des émergences d'un même type, toujours liées aux circulations sur des accidents transverses mais étant situées à des cotes différentes par rapport au niveau de base des circulations superficielles, c'est-à-dire du plateau, leurs comportements et leurs débits sont très différents.

La source du Grand Ri remonte à travers les formations quaternaires tandis que celle de la grotte des Aniers se situe en quelque sorte sur une cheminée d'équilibre d'un réseau plus profond.

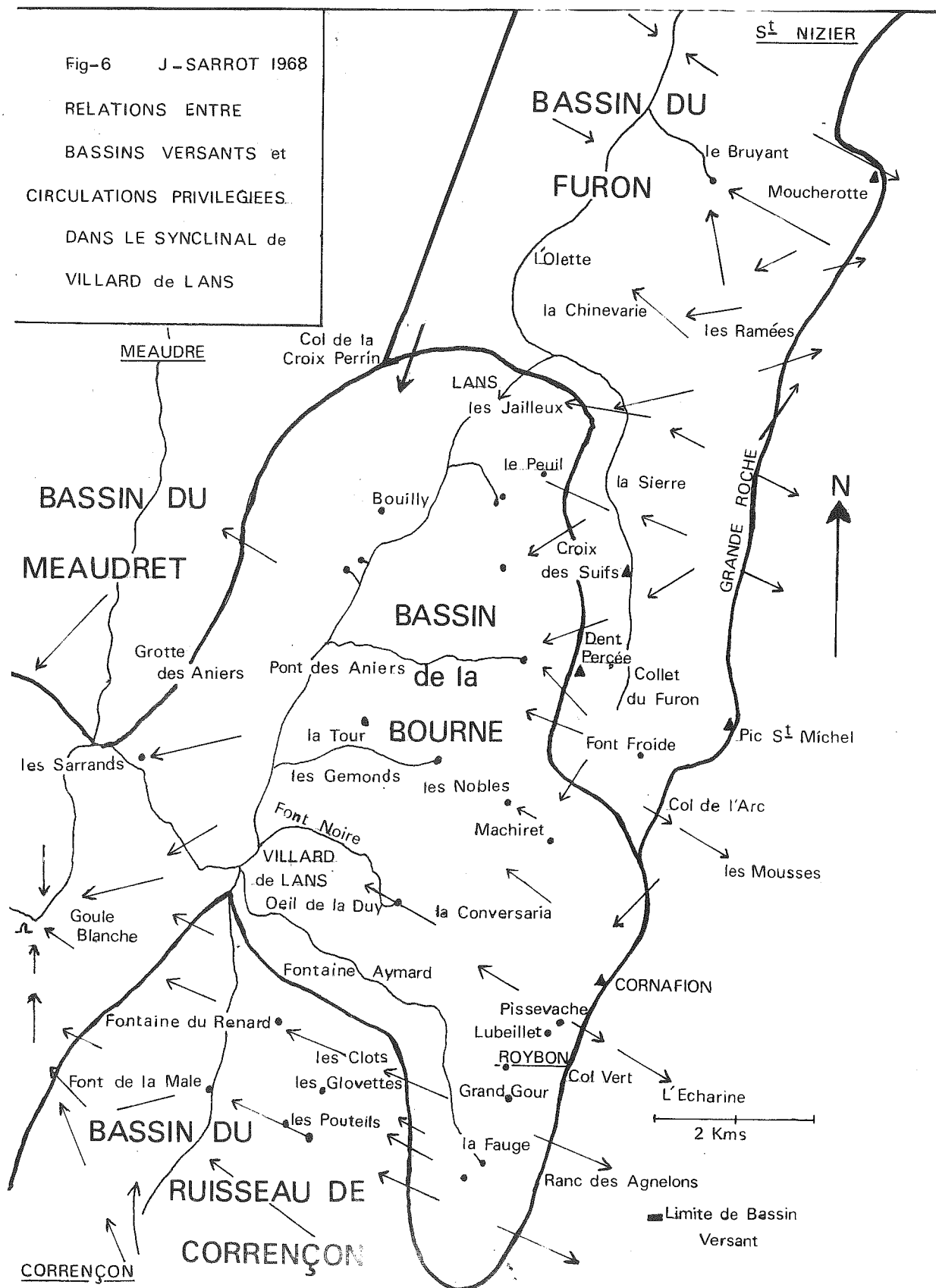
Il reste maintenant à étudier quelles sont les circulations qui peuvent expliquer la situation hydrogéologique du centre du plateau où il existe un marécage important ainsi que de grosses sources dont celles de la Bourne. On pourrait envisager que ces sources soient liées uniquement aux apports à travers le cône de déjection du Furon, mais il paraît beaucoup plus probable, étant donné les débits observés qui sont d'environ 20 litres seconde à l'étiage, qu'une partie des apports depuis les versants du synclinal se fait de façon inapparente sous les formations quaternaires, soit au contact de ces formations et du bed rock, soit à partir du bed rock lui-même que celui-ci soit affecté par des fractures, soit que l'on soit en présence de formations karstifiées bien que l'on puisse penser que celles-ci sont peu développées à la partie supérieure du synclinal.

Nous pensons en effet qu'il n'existe pas de fuites importantes à travers les formations de l'axe du synclinal vers la profondeur et de là vers les cuves de Sassenage ou tout autre réseau.

Dans des masses calcaires épaisses comme celles de l'Urgonien ou du Sénonien, les bancs supérieurs de chaque formation sont soumis à des efforts de compression dans la zone axiale d'un synclinal, ce qui pourrait suffire à leur

Fig-6 J - SARROT 1968

RELATIONS ENTRE  
BASSINS VERSANTS et  
CIRCULATIONS PRIVILEGIEES  
DANS LE SYNCLINAL de  
VILLARD de LANS



conférer une étanchéité relative d'autant plus grande que les points bas à la périphérie du massif sont plus éloignés.

La source de la Tour des Geymonds paraît encore plus caractéristique que les sources de la Bourne. Bien qu'apparaissant dans les formations quaternaires, son emplacement se situe au point de convergence de la faille de la Dent Percée et de la faille de Machirét - grotte des Aniers par lesquelles doivent lui parvenir des débits non négligeables provenant des versants du synclinal. Par ailleurs des fouilles et une étude piézométrique réalisées dans le secteur du cimetière de Lans nous ont montré que des venues d'eau se produisent de façon ascendante à travers les sables réfractaires éocènes qui sont épandus en profondeur et il semble que ce soit bien le signe d'apports d'eaux en charge et de provenance lointaine mais seule une étude systématique du débit de ces émergences et de la composition de leurs eaux permettra d'en connaître l'origine exacte.

Quoi qu'il en soit, il existe certainement des ressources en eaux importantes dans la zone axiale du synclinal de Lans Villard-de-Lans qui mériteraient d'être prospectées systématiquement et exploitées.

En conclusion, on peut affirmer que toute l'hydrogéologie du synclinal de Villard-de-Lans est sous la dépendance étroite des circulations de type karstique qui se sont établies dans les calcaires urgoniens ou sénoniens plus spécialement dans les zones soumises à des décompressions mais que les failles jouent un rôle capital, non seulement sur la localisation des réseaux karstiques, mais aussi dans la délimitation des bassins versants réels, les limitant dans certains cas ou les mettant en communication dans d'autres cas.

De ce fait la délimitation des bassins versants propres du Furon et de la Bourne est pratiquement impossible et il importera dans l'avenir de chiffrer les volumes échangés entre les deux bassins versants apparents (figure 6).

Il faudra donc, tout d'abord, poursuivre les recherches par coloration ou méthodes géophysiques pour déterminer au moins qualitativement avec certitude les liaisons entre les différents secteurs, car c'est là une condition préliminaire à l'établissement d'un bilan.

Il conviendra ensuite d'équiper du point de vue hydrologique tout le synclinal de Lans Villard-de-Lans pour obtenir les données quantitatives du bilan, déterminer les coefficients d'infiltration, préciser la valeur de l'évapotranspiration et en s'appuyant sur l'étude des courbes de tarissement connaître les volumes des réserves hydrauliques ainsi que les volumes des vides existant du fait de la karstification dans les calcaires.

Les premières indications que nous avons rassemblées ici nous paraissent cependant intéressantes pour guider les recherches futures et elles permettent dans l'immédiat d'orienter les recherches d'eau en vue de captage dans des secteurs encore inexploités tels que la Combe des Platres ou ma zone axiale du synclinal et en particulier le secteur des Geymonds.

Elles devraient également servir aux spéléologues à qui nous devons tant d'observations, à orienter leurs nouvelles recherches, tant directes qu'indirectes au moyen de coloration.

La présente étude nous paraît enfin illustrer de façon exemplaire le caractère primordial des recherches géologiques tant stratigraphiques que tectoniques dans toute étude hydrogéologique.

Ces recherches ont été ici grandement facilitées par l'emploi de la photogéologie. Elles nous conduisent peut-être à poser le problème du bilan hydrogéologique du synclinal de Villard-de-Lans de façon plus complexe que ne le laissait supposer l'hydrologie de surface mais de ce fait à serrer de plus près la réalité si difficile à appréhender dans le domaine de l'eau et à apporter une contribution pratique à la recherche et à la protection de ce minéral si précieux.



BIBLIOGRAPHIE

-----

- BARBIER (R.), 1950. - Observations géologiques dans la région de Villard-de-Lans. - C.R.S.S.G.F., 6 mars, n° 6.  
--- 1960. - Le rôle des paléokarsts dans la formation des réseaux karstiques actuels et leurs répercussions sur l'hydrogéologie de ces régions. - C.R.S.S.G.F., 7 mars, n° 5.  
--- 1960. - Les conditions géologiques de la chute de Sassenage. - Bull. Soc. Géol. France, 7e série, t. 2, p. 824.
- BOURGIN (A.), 1941. - La Bourne et ses affluents souterrains. - R.G.A., t. 29, fasc. 1.  
--- 1942. - Dauphiné souterrain. - Arthaud, Grenoble.  
--- 1946. - La Luire et la Vernaissou souterraine. - Annales de Spéléologie, t. 1, p. 31.  
--- 1950. - Rivières de la nuit. - Arthaud, Grenoble.  
--- 1952. - A propos du réseau souterrain du Vercors : Goule Noire. Revue Géographie Alpine, t. 40, fasc. 2, p. 307.
- CADOUX (J.), LAVIGNE (J.), MATHIEU (G.), POTIE (L.), 1955. - Opération-1 000, Arthaud.
- CORBEL (J.), 1956. - Le karst du Vercors. Revue de Géographie de Lyon, v. 31, n° 3, p. 221.  
--- 1957. - Les karsts du Nord Ouest de l'Europe. - Institut des Etudes Rhodaniennes, mémoire n° 12.
- DEBELMAS (J.), 1965. - Quelques observations nouvelles sur l'extrémité nord orientale du Vercors. - Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 41.  
--- 1966. - Structure géologique du massif du Moucherotte. - Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 42.
- FOURNEAUX (J.C.), 1968. - Etude hydrogéologique du plateau de Saint-Nizier. - Colloque du Vercors.
- GIGNOUX (M.) et MORET (L.), 1952. - Géologie dauphinoise. - Masson.
- SARROT-REYNAULD (J.), 1960. - Le rôle des failles transverses dans la structure de la bordure est du massif du Vercors au Sud de Grenoble. - C.R.S.S.G.F., p. 185.  
--- 1962. - Hydrogéologie karstique dans le massif du Vercors. - Mémoires de l'Association Internationale des Hydrogéologues. - Réunion d'Athènes.
- Service Régional d'Aménagement des Eaux Rhône-Alpes, 1968. - Parc Régional du Vercors. Inventaire des ressources en eaux superficielles et souterraines.

## CONCLUSIONS GENERALES DU COLLOQUE

par Jean SARROT-REYNAULD

Au vu des diverses communications, on peut dresser un tableau des points connus et de ceux inconnus ou mal connus dans différents domaines.

Sur le plan géologique, le rôle essentiel des structures tectoniques dans l'implantation des réseaux karstiques est maintenant totalement démontré.

Ces réseaux sont situés sur les failles et diaclases et présentent des développements plus ou moins importants selon qu'ils sont situés à la partie supérieure ou à la partie inférieure des zones anticlinales ou des zones synclinales, c'est-à-dire selon qu'ils se trouvent dans des zones de compression ou de distension.

Du point de vue stratigraphique, les karsts dans le massif du Vercors sont localisés essentiellement dans les calcaires urgoniens et dans les calcaires à silex du Sénonien, et, les niveaux de base des circulations sont constitués soit par les couches marneuses de l'Hauterivien, soit par les niveaux à orbitolines du Barrémien, soit par les sables argileux de l'Albien ou encore les lauzes du Sénonien.

Ces niveaux de base stratigraphiques se combinent aux niveaux de base du réseau hydrographique pour déterminer la localisation des émergences et des circulations souterraines.

La karstification semble bien avoir débutée dès la période d'émersion consécutive au dépôt des calcaires urgoniens liée aux mouvements pyrénéo-provençaux. Elle s'est poursuivie à l'Eocène et à l'Oligocène et, peut-être à un degré moindre, au Miocène et au Pliocène pour reprendre avec intensité au Quaternaire.

Des invasions marines dans les anciens réseaux karstiques ont donc pu se produire au Sénonien puis au Miocène et l'on pourrait retrouver dans ces réseaux des modelés et des dépôts d'origine marine.

La karstification aux diverses époques géologiques s'est produite sous des climats très différents et par conséquent, comme l'a montré J. CORBEL, avec des vitesses très différentes, mais l'évolution plus lente du karst en climat chaud se trouve compensée par la longueur des temps géologiques correspondant au Crétacé supérieur, à l'Eocène et à l'Oligocène qui est très grande vis-à-vis de celle des temps quaternaires.

Il reste cependant à rechercher s'il y a ou non superposition des réseaux anciens et des réseaux quaternaires et à reconstituer la position originelle de tous ces réseaux par rapport aux niveaux de base successifs déterminés par l'évolution des vallées ou des glaciers. Cette tâche est d'autant plus ardue que certains réseaux ont pu être perturbés ou détruits lors des déformations liées aux dernières phases tectoniques du cycle alpin dont on retrouve toutefois la marque dans certains réseaux exceptionnellement bien conservés comme celui du gouffre Chassillan.

Il serait de ce point de vue intéressant de rechercher s'il existe dans les anciens réseaux des zones de précipitation des carbonates telles celles décrites par A. VANDENBERGHE dans le bassin de Gardanne ou celui de Saint-Amand-les-Eaux et qui traduisent une évolution du karst à la suite de mouvements tectoniques ou de variation des conditions climatiques.

Il reste enfin à améliorer la connaissance précise des terrains traversés par les divers réseaux dont la datation est souvent imprécise et que des prélèvements systématiques, en vue d'études micropaléontologiques, permettraient d'identifier.

De même, l'étude des sables et argiles rencontrés dans les cavités pourrait peut-être permettre de savoir si ces produits sont quaternaires, éocènes, albiens ou remaniés profondément.

Du point de vue de la morphologie, si la plupart des réseaux sont bien connus ou près de l'être, les connaissances sur les conditions de creusement sont assez mal connues.

Il semble bien que les attaques par les eaux acides chargées de CO<sub>2</sub> se fassent dans les premiers mètres du sous-sol mais les débits nécessaires au creusement des réseaux observés ont dû être beaucoup plus importants que les débits qui y transitent actuellement et pourraient correspondre aux eaux de fonte des glaciers locaux qui recouvraient le massif du Vercors comme un inlandsis sans se déverser véritablement vers les vallées périphériques.

Une telle hypothèse n'est cependant admissible que pour la partie du karst qui s'est formée au Quaternaire et doit être vérifiée ou complétée.

Les variations des niveaux de base ont amené des anastomoses entre réseaux, souvent par l'intermédiaire de puits verticaux et des captures entre galeries comme on en constate entre cours d'eau de surface. Il serait donc très intéressant d'effectuer l'étude statistique des cotes des diverses galeries dans tous les réseaux pour établir des liaisons et reconstituer la position des niveaux de base hydrogéologiques aux différentes époques.

De telles études devraient être menées à partir d'un fichier comportant tous les plans et cotes des divers réseaux rattachés au nivellement général de la France.

Une étude systématique des boyaux et galeries avec mesures morphométriques devrait aussi être réalisée en fonction des terrains traversés, des pentes de réseaux et de débits susceptibles d'avoir provoqué les creusements.

A ce point de vue, il paraît très improbable que les réseaux empruntés par des circulations ascendantes aient été creusés de cette façon. Ils ont dû être creusés per descensum et empruntés secondairement per ascensum, soit à la suite du colmatage d'un exutoire aval comme cela semble bien être le cas pour le gouffre Berger et le réseau des cuves de Sassenage, soit que la section limitée du réseau ne permette pas l'écoulement de tout le débit d'une crue importante comme en témoignent les débordements de la grotte de La Luire.

On comprend mal comment les eaux déjà saturées ou proches de la saturation qui ne se renouvellent que très peu et qui ne charrient pas de matériaux, pourraient creuser du bas vers le haut, d'autant plus que les pertes de charge diminueraient très vite la puissance érosive des circulations qui paraît ne pouvoir se manifester que sur les hauteurs assez faibles et ne dépassant guère 20 à 30 mètres.

Le grand puits de la grotte de La Luire semble bien être le type d'une cavité empruntée périodiquement par les eaux en sens inverse de celui de son creusement qui a été déterminé par le raccordement entre un réseau "sous cutané" et un réseau profond à la suite des déformations tectoniques de la région.

Du point de vue hydrologique, le régime des précipitations semble bien lié aux conditions locales et aux vents dominants plus qu'à l'altitude et toute recherche d'établissement d'un bilan devra comporter des mesures locales très denses et très nombreuses car les variations des valeurs des précipitations sont brutales et irrégulières.

Il est certain également que l'évapotranspiration dont l'étude a été assez négligée jusqu'à maintenant dans le Vercors doit subir les mêmes influences que les précipitations et l'emploi des formules classiques pour en calculer la valeur paraît dangereux.

Le problème de la connaissance des débits rencontrés dans les divers réseaux reste entier, les jaugeages étant très peu nombreux et ne correspondant qu'aux débits d'étiage puisque c'est à ces périodes seulement que peuvent se faire les expéditions spéléologiques.

Les débits de surface ne sont eux aussi connus qu'en trop peu de points pour que l'on puisse connaître avec précision les relations entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

Il importe donc d'effectuer des jaugeages sur les bassins versants subdivisés au maximum, et c'est compte tenu des connaissances géologiques et spéléologiques que l'on doit implanter les dispositifs de mesure des débits.

Il faudrait en effet disposer d'enregistrements continus pour construire les courbes de tarissement des diverses émergences et connaître les volumes des réserves d'eaux emmagasinées dans les réseaux karstiques et les terrains encaissants.

La multiplication des enregistrements de débits ne permettra cependant d'établir un bilan général du massif du Vercors que lorsqu'on connaîtra bien l'hydrogéologie des rebords du Massif par où s'échappent des quantités d'eaux vraisemblablement importantes mais mal connues.

Il serait important aussi pour mieux connaître les liaisons entre réseaux et les origines des eaux de multiplier les mesures de température et les essais de coloration, les premières ayant déjà montré de manière décisive l'existence de venues d'eaux d'origines différentes, tant au gouffre Berger qu'à la grotte de Couffin.

Du point de vue sanitaire, s'il semble que les pollutions n'atteignent pas un seuil important, il convient que l'on étudie certains effluents de manière régulière pour suivre l'évolution des pollutions qui en résultent et que l'on multiplie les stations d'épuration et de filtration avant rejet dans les réseaux dont le pouvoir épurateur s'avère nul, une fois de plus.

Les renseignements fournis par les explorations des spéléologues permettent déjà de définir les ressources risquant d'être polluées et les secteurs à protéger, ceci aussi bien pour la Goule Blanche que pour la grotte d'Enfer.

S'il semble donc que l'on connaisse bien maintenant les grandes lignes de l'hydrogéologie karstique du massif du Vercors du point de vue qualitatif, et ceci grâce au double effort des spéléologues et des géologues, l'aspect quantitatif reste à développer, mais pour cela il serait important d'étudier plus précisément les caractéristiques hydrogéologiques des roches magasins telles que l'Albien ou des formations tertiaires ou quaternaires.

En résumé, les questions qui restent à résoudre dans le massif du Vercors sont encore nombreuses. Elles nécessitent une étude photogéologique complète en vue de la localisation des fractures et fissures, la détermination des niveaux de base anciens, une datation précise des terrains traversés par les réseaux, la détermination du mode de formation et de la morphologie des réseaux, la détermination précise et continue des débits des eaux souterraines et de surface, la reconnaissance des liaisons entre réseaux, la réalisation des mesures des précipitations et de l'évapotranspiration.

Tous ces problèmes ne pourront être résolus que progressivement par l'action commune de tous selon un programme concerté que ce premier colloque nous amène à esquisser.

#### ESQUISSE D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE

Toutes les recherches futures sont liées à l'obtention d'aides matérielles, tant pour les recherches spéléologiques que pour les recherches hydrogéologiques et il est indispensable de coordonner les projets de recherche pour pouvoir présenter aux organismes et administrations compétentes des programmes cohérents et sans double emploi.

En ce qui concerne les études hydrogéologiques, la réalisation de thèses de 3e cycle par les étudiants d'hydrogéologie doit permettre de progresser rapidement dans les secteurs les moins bien connus qui se trouvent surtout à la périphérie et sur les contreforts du massif du Vercors.

Parallèlement à ces recherches sectorielles, une étude photogéologique systématique en liaison avec les données spéléologiques et les observations hydrographiques devrait permettre d'aboutir à une meilleure connaissance des secteurs de la Forêt Domaniale du Vercors, de la région située au Sud de Bouvante ainsi que du synclinal d'Autans - Méaudre et du plateau de Presles.

L'établissement de stations de jaugeages permanentes paraît urgent et elles seront établies en priorité sur le Furon, le ruisseau de Corrençon, le Méaudret et le Cholet.

On mettra en route les mesures systématiques de température, de Ph et de résistivités, tant en surface qu'en profondeur et il sera procédé à de nouveaux essais de coloration systématique à la fluorescéine en utilisant des fluocapteurs mais un calendrier sera à établir pour éviter les interférences entre essais et nous envisageons d'utiliser d'autres traceurs que la fluorescéine.

Les premiers enregistrements des débits qui seront réalisés en vue de l'établissement de courbes de tarissement seront faits dans des secteurs accessibles : grottes de Choranche, Oeil de la Dhuy, sources de Bouilly.

Enfin, nous proposons d'établir pour le deuxième colloque un fichier complet concernant toutes les données spéléologiques et hydrogéologiques concernant le massif du Vercors et surtout une carte hydrogéologique du Massif qui fournirait une synthèse provisoire des connaissances et une base de discussion pour de nouvelles recherches.

## REMERCIEMENTS

A la fin de ce colloque, je voudrais remercier au nom de tous les participants et au mien tous ceux qui ont bien voulu aider à la mise sur pied de notre réunion.

En tout premier lieu, je veux remercier Monsieur le doyen MORET de l'appui total qu'il a apporté à ce colloque en acceptant de le présider et par l'intérêt constant qu'il lui a porté.

Monsieur LACROIX a bien voulu présider les séances de cette journée et nous lui sommes très reconnaissants d'avoir bien voulu prendre sur son temps précieux pour mener les débats avec sa haute compétence, mais aussi avec patience et fermeté.

Tous les participants ont regretté l'absence de Monsieur FIORAVANTE, retenu par une mission impérative mais qui nous a apporté un total soutien et que nous remercions bien sincèrement.

Il me faut aussi remercier Messieurs les professeurs BARBIER et MICHEL qui ont mis les locaux et les moyens matériels de l'Institut à notre disposition pour la réalisation de ce colloque et la réception offerte aux participants, et Monsieur le Maire de Grenoble qui a bien voulu marquer par sa présence l'intérêt qu'il porte à l'hydrogéologie et à nos travaux.

Les assistants et étudiants d'Hydrogéologie qui ont apporté leur précieux concours à l'organisation et sans qui aucune des tâches matérielles n'auraient pu aboutir ont droit à notre reconnaissance.

Il me reste enfin le grand plaisir de remercier tous les participants au Colloque, qui, par leur présence ou leurs communications en ont assuré le succès et qui, venus parfois de fort loin, montrent tout l'intérêt qu'ils portent à l'hydrogéologie du massif du Vercors.

Qu'ils veuillent bien excuser les défauts de l'organisation et en particulier le programme trop chargé qui a limité le nombre des discussions. Nous espérons cependant que malgré ces erreurs ce colloque aura permis des échanges fructueux qui se poursuivront dans l'avenir.

UNIVERSITE DE GRENOBLE  
INSTITUT DE GEOLOGIE  
DOCUMENTATION  
RUE MAURICE GIGNOUX  
E 38031 GRENOBLE CEDEX  
TEL. (76) 87.46.43

## TABLE DES MATIERES

### TOME 1

|                                                                                                                                   | <u>Pages</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Liste des participants .....                                                                                                      | 3            |
| Allocution de Monsieur le Doyen MORET, membre de l'Institut .....                                                                 | 7            |
|                                                                                                                                   |              |
| Les fuites du lac de Bouvante                                                                                                     |              |
| par H. ANDRE, M. AUDINET et M. ROY, Ingénieurs à Electricité de France .....                                                      | 11           |
| Quelques résultats de contrôle de débits faits par Electricité de France dans le Vercors                                          |              |
| par H. ANDRE et M. AUDINET .....                                                                                                  | 29           |
| Sur quelques manifestations karstiques observées lors de la perforation du tunnel du Mortier                                      |              |
| (vallon de l'Achard) par P. ANTOINE .....                                                                                         | 46           |
| Quelques précisions sur l'Hydrogéologie du Vercors méridional                                                                     |              |
| par H. ARNAUD .....                                                                                                               | 47           |
| Contribution à l'Hydrologie du versant ouest du massif du Vercors                                                                 |              |
| par M. BADEL .....                                                                                                                | 63           |
| Gouffre Chassillan                                                                                                                |              |
| par J. L. BARBIER - Spéléo-club du Vercors .....                                                                                  | 65           |
| Etude du transfert précipitations-débits d'un réseau karstique - premiers éléments recueillis à la station des cuves de Sassenage |              |
| par R. BARTALA, J. P. BOMBARD, J. DUBUS, C. DURAFFOUR .....                                                                       | 69           |
| Le Paléokarst marin du Vercors                                                                                                    |              |
| par M. BRISSAUD, F. CAMOIN .....                                                                                                  | 77           |
| Recherche du réseau de la Goule Blanche                                                                                           |              |
| par M. CHAZALET - clan des Tritons - Lyon .....                                                                                   | 87           |
| Caractéristiques chimiques et bactériologiques des eaux du massif du Vercors dans le département de l'Isère                       |              |
| par A. F. CHOUTEAU et R. MAGNIN .....                                                                                             | 89           |

### TOME II

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Etude hydrogéologique Sornin - Sassenage - Saint-Nizier                                                     |     |
| par L. EYMAS et D. ROUSSIN .....                                                                            | 101 |
| Inventaire des ressources en eaux superficielles et souterraines pour le projet du Parc Régional du Vercors |     |
| par J. FIORAVANTE et J. LAFOSSE .....                                                                       | 111 |
| Hydrogéologie du plateau de Saint-Nizier                                                                    |     |
| par J. C. FOURNEAUX .....                                                                                   | 119 |
| Le réseau de La Luire - Saint-Agnan-en-Vercors                                                              |     |
| par J. J. GARNIER .....                                                                                     | 129 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Les précipitations dans le Vercors                                            |     |
| par P. GUILLOT .....                                                          | 135 |
| Observations sur le karst sud de Corrençon                                    |     |
| par M. JOUGAN .....                                                           | 141 |
| Complexe hydrogéologique Sornin - Sassenage                                   |     |
| par J. LAVIGNE .....                                                          | 143 |
| Le réseau de la grotte du Diable                                              |     |
| par S. LETEROUIN .....                                                        | 151 |
| Le plateau de Presles                                                         |     |
| par J. -P. LUGIEZ .....                                                       | 153 |
| Note sur l'hydrogéologie du plateau de Presles                                |     |
| par G. MARBACH .....                                                          | 159 |
| Etude du plateau de Sornin - Observations sur le gouffre Berger et son réseau |     |
| par L. POTIE .....                                                            | 163 |
| Hydrogéologie du synclinal de Villard-de-Lans                                 |     |
| par J. SARROT-REYNAULD .....                                                  | 171 |
| Conclusions générales du colloque                                             |     |
| par J. SARROT-REYNAULD .....                                                  | 183 |

## AVIS IMPORTANT

---

En raison de nombreuses difficultés, il ne sera pas possible d'organiser, comme prévu, le deuxième colloque sur l'hydrogéologie karstique du massif du Vercors au mois de novembre 1972.

Afin de faciliter en particulier la réalisation d'une ou plusieurs excursions sur le terrain et éventuellement d'un survol en avion du massif du Vercors, nous sommes amenés à proposer que ce deuxième colloque se tienne au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, Institut Dolomieu, rue Maurice Gignoux les 18 et 19 mai 1973.

Nous espérons que ces dates permettront un plus grand nombre de participants au deuxième colloque, dans les meilleurs conditions.